



Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil

VINICIUS DE MORAIS MAURO

Dissertação de Mestrado

**ANÁLISE DO IMPACTO DA APLICAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN EM ARMAZÉNS  
E CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO – O CASO DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO  
DE PEÇAS AUTOMOTIVAS**

Orientador: Prof. Carlos Manuel Taboada Rodriguez,

Florianópolis  
2009

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

MAURO, Vinicius de Moraes

. / Vinicius de Moraes Mauro. – 2009.  
127 fls.

Titulo: ANÁLISE DO IMPACTO DA APLICAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN EM  
ARMAZÉNS E CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO – O CASO DE UM CENTRO DE  
DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS AUTOMOTIVAS

Dissertação: Mestrado Profissional em Engenharia Civil na Área de Infraestrutura e  
Gerência Viária ênfase em Transportes  
Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa  
Catariana, 2009.

1. Logística

2. Lean

3. Distribuição

VINICIUS DE MORAIS MAURO

**ANÁLISE DO IMPACTO DA APLICAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN EM ARMAZÉNS  
E CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO – O CASO DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO  
DE PEÇAS AUTOMOTIVAS**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de **Mestre Profissional em Engenharia Civil** na área de Infraestrutura e Gerência Viária com ênfase em Transportes, no Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

---

Prof<sup>ª</sup>. Janaíde Cavalcante Rocha, Dra.  
Coordenadora do Programa de Pós Graduação

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Carlos Manuel Taboada Rodriguez, Dr.  
UFSC

---

Prof. Jucilei Cordini, Dr.  
UFSC

---

Prof. Jovane Medina Azevedo, Dr.  
UDESC

---

Prof<sup>ª</sup>. Eunice Passaglia, Dra.  
UFSC

Florianópolis  
2009

## **DEDICATÓRIA**

Primeiramente a Deus.

E aos meus pais, Fernando e Ângela, pelo suporte e apoio incondicional em todos os momentos de minha vida, aos quais eu devo todas minhas conquistas.



## RESUMO

MAURO, Vinicius de Moraes. **Análise do Impacto da Aplicação da Filosofia Lean em Armazéns e Centros de Distribuição – O Caso de Um Centro de Distribuição de Peças Automotivas**. 2009. 158 f. Dissertação (Curso de Mestrado em Engenharia Civil). UFSC, Florianópolis.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a implantação de conceitos de produção enxuta oriundos do Sistema Toyota de Produção em Armazéns e Centros de Distribuição. Para tal, foi utilizada uma sistemática que consiste em avaliar a situação atual em termos de desperdícios, re-desenhar os processos utilizando os conceitos *Lean*, e implantar as mudanças garantindo a sustentabilidade das melhorias efetuadas. Para cada uma dessas etapas, foram estudadas ferramentas específicas visando alcançar o objetivo proposto. O estudo de caso apresentado refere-se à aplicação desta sistemática em um Centro de Distribuição de peças automotivas para reposição de uma montadora nacional, restringindo-se, portanto, a este ambiente de trabalho. Originário da indústria automobilística, o Sistema Toyota de Produção já demonstrou resultados positivos, não somente em manufatura, mas também no setor de serviços, como supermercados, hospitais, bancos, além de operações logísticas como centros de distribuição, *cross-dockings*, armazéns-gerais, etc. Tendo a logística se tornado atualmente o diferencial competitivo de muitas empresas, com prazos de entrega cada vez menores e maior personalização dos serviços, este trabalho adquire especial importância uma vez que os Centros de Distribuição se constituem num dos mais importantes elos do canal de distribuição das organizações. Foi demonstrado no estudo de caso que, aplicando conceitos simples do Sistema Toyota de Produção, visando a busca contínua pela eliminação de desperdícios, foi possível obter ganhos de produtividade da ordem de 18%, bem como melhorias nos níveis de serviço em até 90%, sem grandes investimentos em infra-estrutura e tecnologia.

Palavras chave: Logística, Lean, Distribuição

## ABSTRACT

MAURO, Vinicius de Moraes. **Impact Analysis of Lean Philosophy Application in Warehouses and Distribution Centers – A Case Study of an Automotive Spare Parts Distribution Center.** 2009. 158 p. Dissertation (Masters Degree in Civil Engineering). UFSC, Florianópolis.

This work aims to evaluate the implementation of Toyota's Production System lean concepts into Warehouses and Distribution Centers. In order to achieve that, was utilized a method that consists in investigating the current situation in terms of waste, redesigning processes based on Lean concepts, and implementing the changes ensuring the sustainability of all improvements done. For each of these steps, specific tools were studied aiming to achieve the proposed results. The case study presented here refers to the application of this method in a Distribution Center for automotive spare parts of a Brazilian automaker, therefore being restricted to this working environment. Originally from automotive industry, the Toyota's Production System has showed positive results, not only in manufacture, but also in the services segment, as supermarkets, hospitals, banks, as well as in logistics operations, like Distribution Centers, cross-dockings, general warehouses, etc. Since logistics has become a competitive differential for many companies, with even lower delivery deadlines and a higher services customization, this work acquires a special importance once the Distribution Centers consist in one of the most important links of the distribution channel in organizations. It was demonstrated in the case study that, just applying simple concepts from Toyota's Production System, aiming the continuous search for waste elimination, was possible to improve the productivity by 18%, as well as improve the service level up to 90%, without any major investments in infrastructure and technology.

Keywords: Logistics, Lean, Distribution

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>1.1 Apresentação do Problema .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2 Objetivos Gerais do Trabalho .....</b>	<b>22</b>
<b>1.2.1 Objetivos Específicos do Trabalho .....</b>	<b>22</b>
<b>1.3 Delimitação do Estudo .....</b>	<b>22</b>
<b>1.4 Justificativa e Importância do Trabalho .....</b>	<b>23</b>
<b>1.5 Metodologia da Pesquisa .....</b>	<b>24</b>
<b>1.6 Estruturas do Trabalho .....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1 Princípios da Produção Enxuta .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1.1 As Sete Categorias de Desperdício .....</b>	<b>30</b>
<b>2.1.2 A Casa do STP .....</b>	<b>35</b>
<b>2.1.2.1 A Base da Casa do STP .....</b>	<b>36</b>
<b>2.1.2.2 O Pilar “<i>Just-In-Time</i>” da Casa do STP .....</b>	<b>37</b>
<b>2.1.2.3 O Pilar “Autonomação” da Casa do STP .....</b>	<b>42</b>
<b>2.1.2.4 Os Outros Elementos da Casa do STP .....</b>	<b>44</b>
<b>2.2 Princípios da Operação de Armazenagem .....</b>	<b>45</b>
<b>2.2.1 Introdução .....</b>	<b>45</b>
<b>2.2.2 Atividades de Armazenagem .....</b>	<b>46</b>
<b>2.2.2.1 Processos de Entrada .....</b>	<b>47</b>
<b>2.2.2.2 Processos de Estocagem .....</b>	<b>49</b>
<b>2.2.2.2.1 Definição do Local Interno .....</b>	<b>49</b>
<b>2.2.2.2.2 Unitização .....</b>	<b>50</b>
<b>2.2.2.2.3 Classificação ABC .....</b>	<b>52</b>
<b>2.2.2.2.4 Controle de Estoque .....</b>	<b>53</b>
<b>2.2.2.2.5 Inventário Físico .....</b>	<b>54</b>
<b>2.2.2.3 Processos de Saída .....</b>	<b>55</b>
<b>2.2.2.3.1 Consolidação dos Pedidos .....</b>	<b>55</b>
<b>2.2.2.3.2 Separação dos Produtos .....</b>	<b>56</b>
<b>2.2.2.3.3 Carregamento dos Veículos .....</b>	<b>58</b>
<b>2.2.3 Sistemas de Estocagem .....</b>	<b>59</b>
<b>2.2.4 Movimentação de Materiais .....</b>	<b>62</b>

<b>CAPÍTULO 3 – FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS DE GESTÃO .....</b>	<b>66</b>
3.1 Ferramentas de Diagnóstico .....	67
3.1.1 MIFD .....	67
3.1.2 Observações em campo e OPE .....	71
3.2 Ferramentas de Design .....	84
3.2.1 MIFA .....	84
3.2.2 <i>Brainstorm</i> e priorização de idéias .....	90
3.3 Ferramentas de Implantação .....	93
3.3.1 5S .....	93
3.3.2 Trabalho padronizado .....	100
3.3.3 Controle de progresso horário .....	105
3.3.4 Gestão da <i>performance</i> .....	111
<b>CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASO: A APLICAÇÃO DE TÉCNICAS ENXUTAS EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS AUTOMOTIVAS PARA REPOSIÇÃO .....</b>	<b>114</b>
4.1 Descrição do Objeto de Estudo .....	114
4.2 Diagnóstico .....	116
4.2.1 MIFD .....	116
4.2.2 Escolha das áreas de atuação e justificativa .....	122
4.2.3 Observações e OPE dos processos de confeccionamento (embalagem) e <i>picking</i> (separação) .....	124
4.2.3.1 Causas dos desperdícios encontrados no confeccionamento .....	126
4.2.3.2 Causas dos desperdícios encontrados no <i>picking</i> .....	130
4.3 Design .....	134
4.3.1 <i>Brainstorm</i> e priorização de idéias .....	134
4.3.2 Redesenho do processo de confeccionamento .....	135
4.3.3 Redesenho da atividade de <i>picking</i> .....	137
4.4 Implantação .....	138
4.4.1 Implantação no confeccionamento .....	138
4.4.2 Implantação no <i>picking</i> .....	142
4.4.3 Gestão da <i>performance</i> e 5S .....	149
4.5 Resultados obtidos .....	150

<b>CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>153</b>
<b>5.1 Conclusões .....</b>	<b>153</b>
<b>5.2 Sugestões para trabalhos futuros .....</b>	<b>154</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>156</b>
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....</b>	<b>157</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> – Os quatro elementos do STP na visão de LIKER .....	<b>30</b>
<b>Figura 2.2</b> – A redução de estoque encoraja a solução de problemas de processo .....	<b>31</b>
<b>Figura 2.3</b> – A Casa do STP proposta por LIKER .....	<b>35</b>
<b>Figura 2.4</b> – Diferença entre produção em lotes (departamentos) e fluxo unitário (célula de produto) .....	<b>38</b>
<b>Figura 2.5</b> – Comparação de diferentes arranjos físicos, entre a produção em massa e o fluxo contínuo, com layout em “U” .....	<b>39</b>
<b>Figura 2.6</b> – Supermercado com reposição feita através de <i>kanban</i> .....	<b>41</b>
<b>Figura 2.7</b> – Sistemas <i>pick-to-light</i> , um tipo de <i>poka yoke</i> que busca eliminar os erros no momento da separação de materiais .....	<b>44</b>
<b>Figura 2.8</b> – Principais funções de um armazém .....	<b>46</b>
<b>Figura 2.9</b> – Esquema de um armazém e fluxo de materiais entre os processos principais .	<b>47</b>
<b>Figura 2.10</b> – Exemplo de <i>pallet</i> de madeira .....	<b>50</b>
<b>Figura 2.11</b> – Diferentes arranjos de mercadorias sobre <i>pallets</i> .....	<b>51</b>
<b>Figura 2.12</b> – Curva ABC de um estoque em termos do valor anual consumido .....	<b>53</b>
<b>Figura 2.13</b> – Três métodos básicos de organizar a separação de pedidos .....	<b>57</b>
<b>Figura 2.14</b> – Exemplo de mezanino, que pode ser utilizado para armazenagem nos dois andares, aproveitando o espaço vertical .....	<b>60</b>
<b>Figura 2.15</b> – Exemplo de porta-pallet .....	<b>61</b>
<b>Figura 2.16</b> – Sistemas <i>drive-in</i> e <i>drive-through</i> de armazenagem .....	<b>61</b>
<b>Figura 2.17</b> – Principais tipos de empilhadeiras .....	<b>65</b>
<b>Figura 3.1</b> – Simbologia principal do MIFD .....	<b>69</b>
<b>Figura 3.2</b> – Exemplo de MIFD .....	<b>69</b>
<b>Figura 3.3</b> – Sete etapas da elaboração de um MIFD .....	<b>72</b>
<b>Figura 3.4</b> – Exemplo de um ciclo de picking .....	<b>74</b>
<b>Figura 3.5</b> – Um exemplo de observação feita em um processo de embalagem .....	<b>77</b>
<b>Figura 3.6</b> – Gráfico OPE obtido através dos cálculos da Tabela 1 .....	<b>79</b>
<b>Figura 3.7</b> – Etapas para elaboração do MIFA .....	<b>84</b>
<b>Figura 3.8</b> – MIFD objetivo como resultado entre o atual e o ideal .....	<b>86</b>
<b>Figura 3.9</b> – Etapas na mudança de processos para elaboração do MIFD objetivo .....	<b>87</b>
<b>Figura 3.10</b> – Exemplos de diferenças entre um armazém tradicional e <i>Lean</i> .....	<b>88</b>
<b>Figura 3.11</b> – Exemplo de MIFD atual de um armazém de distribuição .....	<b>89</b>
<b>Figura 3.12</b> – MIFD ideal do exemplo da figura 3.11 .....	<b>89</b>
<b>Figura 3.13</b> – MIFD objetivo elaborado a partir do exemplo das figuras 3.11 e 3.12 .....	<b>90</b>
<b>Figura 3.14</b> – Quadro de priorização das idéias e as quatro categorias de priorização .....	<b>92</b>

<b>Figura 3.15</b> – Exemplo de idéias geradas e priorizadas numa sessão de <i>brainstorm</i> , onde foram usados bilhetes <i>Post-It</i> para as anotações .....	<b>92</b>
<b>Figura 3.16</b> – Os três princípios principais da gestão de pessoas que garantem a sustentabilidade da implantação e suas ferramentas .....	<b>94</b>
<b>Figura 3.17</b> – Exemplo de <i>shadow board</i> , quadro com marcação dos materiais de limpeza, o que permite identificar facilmente quando há algum item faltante .....	<b>96</b>
<b>Figura 3.18</b> – Exemplos de organização, com armários e itens devidamente identificados, bem como marcações no piso .....	<b>97</b>
<b>Figura 3.19</b> – Exemplo de limpeza, com corredor limpo e bem iluminado .....	<b>98</b>
<b>Figura 3.20</b> – Exemplo de SOP, Instrução Operacional Padrão que demonstra de forma simples e ilustrada como determinado processo deve ser executado .....	<b>99</b>
<b>Figura 3.21</b> – Exemplos de controles visuais .....	<b>99</b>
<b>Figura 3.22</b> – Quadro de acompanhamento do progresso do 5S .....	<b>100</b>
<b>Figura 3.23</b> – O trabalho padronizado como a chave para melhoria contínua dos processos .....	<b>102</b>
<b>Figura 3.24</b> – Os três elementos do trabalho padronizado .....	<b>102</b>
<b>Figura 3.25</b> – Principais elementos de um SOP .....	<b>105</b>
<b>Figura 3.26</b> – Elementos de um <i>Heijunka Box</i> .....	<b>107</b>
<b>Figura 3.27</b> – Armazém empurrado versus puxado .....	<b>108</b>
<b>Figura 3.28</b> – Exemplo de Quadro de Acompanhamento .....	<b>109</b>
<b>Figura 3.29</b> – Exemplo de Quadro de Acompanhamento do CD da Toyota .....	<b>110</b>
<b>Figura 3.30</b> – Exemplo de reunião de performance .....	<b>112</b>
<b>Figura 4.1</b> – Ramos de atuação da empresa analisada .....	<b>114</b>
<b>Figura 4.2</b> – Etapas simplificadas da operação do CD do estudo de caso .....	<b>116</b>
<b>Figura 4.3</b> – MIFD do Centro de Distribuição em estudo .....	<b>117</b>
<b>Figura 4.4</b> – Empilhadeira retrátil e separador de pedido, usados para <i>picking</i> em locais altos .....	<b>119</b>
<b>Figura 4.5</b> – Paleteira manual, usada para <i>picking</i> em locais baixos .....	<b>119</b>
<b>Figura 4.6</b> – “ <i>Pigeon holes</i> ” de separação, usados para sorteamento dos itens entre os clientes .....	<b>119</b>
<b>Figura 4.7</b> – Distribuição da força de trabalho ao longo do MIFD .....	<b>120</b>
<b>Figura 4.8</b> – Histórico do nível de serviço antes do início da implantação .....	<b>123</b>
<b>Figura 4.9</b> – OPE obtido nas observações do confeccionamento .....	<b>125</b>
<b>Figura 4.10</b> – OPE obtido nas observações do <i>picking</i> .....	<b>125</b>
<b>Figura 4.11</b> – Configuração e <i>layout</i> da área de confeccionamento, evidenciando a divisão de tarefas dos funcionários da área, ou seja, a divisão em “departamentos” .....	<b>127</b>

<b>Figura 4.12</b> – Processo de embalagem em lotes, onde se vê a quantidade de embalagens sendo processada de uma só vez .....	<b>129</b>
<b>Figura 4.13</b> – Deslocamento necessário para buscar material auxiliar no estoque, sempre que iniciado um novo lote de embalagem. A distância percorrida era de aproximadamente 60 metros .....	<b>130</b>
<b>Figura 4.14</b> – Histórico de dois meses nos pedidos recebidos, onde vê-se grande variabilidade .....	<b>131</b>
<b>Figura 4.15</b> – Gráfico de dispersão que mostra volumes processados versus horas alocadas, onde vê-se que as horas são praticamente as mesmas, independente do volume processado. Como consequência, a produtividade é maior nos dias de alta demanda .....	<b>132</b>
<b>Figura 4.16</b> – Distribuição dos itens classe “A” entre as posições altas e baixas dos porta-pallets, indicando o percentual elevado (55%) destes materiais nas posições altas .....	<b>133</b>
<b>Figura 4.17</b> – Preparação das fichas de <i>picking</i> , que mostra a necessidade de reclassificação das fichas após o corte .....	<b>134</b>
<b>Figura 4.18</b> – MIFA do processo de confeccionamento .....	<b>136</b>
<b>Figura 4.19</b> – <i>Layout</i> da área de confeccionamento após mudança, mostrando as estações de trabalho e também a realocação dos materiais auxiliares próximos aos embaladores .....	<b>139</b>
<b>Figura 4.20</b> – <i>Kanban</i> visual na estação de trabalho .....	<b>140</b>
<b>Figura 4.21</b> – <i>Kanban</i> de cartão para reposição de material auxiliar .....	<b>141</b>
<b>Figura 4.22</b> – SOP do confeccionamento afixado na estação de trabalho .....	<b>141</b>
<b>Figura 4.23</b> – <i>Picking</i> alto antes e depois da reclassificação ABC .....	<b>142</b>
<b>Figura 4.24</b> – Nova ordem de impressão das fichas, eliminado a necessidade de reclassificação .....	<b>143</b>
<b>Figura 4.25</b> – <i>Heijunka Box</i> do <i>picking</i> , onde as linhas são as modalidades e as colunas os intervalos horários .....	<b>144</b>
<b>Figura 4.26</b> – Quadro de controle de recursos do <i>picking</i> , que indica ao coordenador em qual modalidade de separação os funcionários estão empenhados a cada hora .....	<b>144</b>
<b>Figura 4.27</b> – Linha do tempo mostrando os horários de separação e expedição por rota ...	<b>147</b>
<b>Figura 4.28</b> – Subdivisão das rotas de expedição no <i>Heijunka Box</i> .....	<b>148</b>
<b>Figura 4.29</b> – Supervisor fazendo a reunião de <i>performance</i> usando o Quadro de <i>Performance</i> .....	<b>150</b>
<b>Figura 4.30</b> – Níveis de serviço antes e depois da implantação .....	<b>151</b>



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Memória de cálculo para OPE obtido através do exemplo de observação da fig.3.5 .....	<b>79</b>
<b>Tabela 2</b> – Causas potenciais de oportunidades de planejamento, <i>performance</i> ou processo .....	<b>82</b>
<b>Tabela 3</b> – Classificação do armazém com base em seu potencial de planejamento .....	<b>83</b>
<b>Tabela 4</b> – Horários limites por rota de expedição .....	<b>147</b>
<b>Tabela 5</b> - Principais resultados da iniciativa .....	<b>152</b>

## GLOSSÁRIO

<b>3PL</b>	<i>Third-party logistics provider</i> , significa um provedor de serviços logísticos que oferece seus serviços para as empresas que desejam terceirizar esta atividade – desde uma parcela de suas atividades logísticas até toda a gestão da cadeia de suprimentos.
<b>5S</b>	Práticas de limpeza e organização do local de trabalho, propícias ao controle visual e à Manufatura Enxuta. Refere-se a cinco termos em japonês iniciados em “s” que significam: classificar, organizar, limpar, padronizar e disciplinar.
<b>ABC</b>	Estratégia que visa classificar cada item do estoque conforme seu consumo ou giro financeiro, em “A”, “B”, ou “C”.
<b>Andon</b>	Sistema de gestão visual que alerta, num simples relance, qual a situação de uma determinada operação, ou que adverte sempre que uma anormalidade ocorre.
<b>ASN</b>	<i>Advanced Shipping Notice</i> , ou Aviso de Embarque, é uma informação eletrônica que notifica o cliente dos produtos que foram despachados para entrega.
<b>Auto-empilhável</b>	Vasilhames que se encaixam e podem ser dispostos na forma de uma pilha.
<b>Autonomação</b>	Ver “ <i>Jidoka</i> ”
<b>Back-order</b>	Pedido em aberto, porque o item não foi encontrado ou ainda não está disponível para o estoque.
<b>Brainstorm</b>	Sessão de discussão onde várias pessoas participantes de uma iniciativa levantam idéias.
<b>Buffer</b>	Acúmulo de materiais, refere-se a todos os materiais que se encontram entre atividades aguardando o próximo processo.
<b>Built-in-Quality</b>	Qualidade embutida no processo. Ver “ <i>Jidoka</i> ”
<b>Centro de distribuição</b>	Armazém do qual partem produtos acabados ou peças de reposição para os clientes finais ou rede varejista.
<b>CD</b>	Centro de Distribuição.
<b>Check-list</b>	Lista para controle ou verificação manual.
<b>Confeccionamento</b>	Operação de acondicionamento de peças em sua embalagem de prateleira.
<b>Contentor</b>	Vasilhame ou embalagem.
<b>Core business</b>	Negócio-chave ou atividade-fim de uma empresa, excluindo todas as atividades periféricas ou de suporte.

<b><i>Cross docking</i></b>	Operação logística de desconsolidação de cargas provenientes de certo destino, e seu imediato redirecionamento para diversos destinos diferentes, sem armazenagem intermediária.
<b>CTRC</b>	“Conhecimento de Transporte Rodoviário de Cargas”. É o documento onde se encontra toda a informação inerente ao transporte de uma mercadoria. É baixada quando é realizada a entrega ao destinatário, servindo como comprovante de entrega.
<b><i>Cut-Off</i></b>	Em armazenagem, refere-se ao horário de corte (ou horário limite) para determinada atividade, seja ela separação ou embarque.
<b><i>Driver</i></b>	Unidade manuseada, movimentada, manufaturada, etc., que melhor representa quantitativamente determinado processo. Exemplo: peças, pallets, caixas, caminhões, etc.
<b>FIFO</b>	<i>First in, first out</i> . Lógica de armazenagem em que o primeiro produto a chegar será o primeiro a sair.
<b><i>Genchi Genbutsu</i></b>	Prática do STP que visa à compreensão de um processo ou situação através da observação diretamente no local onde a mesma ocorre. Em japonês, “ir e ver”.
<b><i>Heijunka</i></b>	Em japonês, “nivelamento”. Refere-se ao balanceamento da atividade ao longo do tempo, em termos de modelo e quantidade, evitando processamento em lote, grandes inventários, e desperdício humano, e ao mesmo tempo reduzindo o <i>lead-time</i> .
<b><i>Heijunka Box</i></b>	Escaninho no qual são dispostos <i>kanbans</i> ou ordens de serviço, com o objetivo de nivelá-los ao longo do tempo.
<b><i>Inbound</i></b>	Refere-se ao fluxo de entrada de materiais em uma fábrica, centro de distribuição, etc. Ver também: “ <i>Outbound</i> ”.
<b>Isomanta</b>	Material protetor, na forma de manta de polietileno, usada como isolante térmico e barreira de vapor / condensação.
<b><i>Jidoka</i></b>	Um dos pilares do STP, significa embutir a qualidade nos processos, ou seja, separar os homens das máquinas, provendo-os da capacidade de detectar sempre que uma falha ocorre, e imediatamente parar o trabalho. Ver “ <i>Poka yoke</i> ”
<b><i>JIT</i></b>	Um dos pilares do STP, refere-se a um modelo de produção que visa entregar apenas o necessário, no instante e na quantidade necessárias. Compõe-se de três elementos: produção unitária, puxada e contínua.
<b><i>Kaizen</i></b>	Em japonês, “mudar para melhor”, ou “melhoria contínua”. Filosofia que visa melhoria gradual, uniforme e contínua de certo processo ou operação.

<b>Kanban</b>	Em japonês, “sinal”. Refere-se aos meios para sinalizar ao fornecedor (interno ou externo) a necessidade de mais material, <i>puxando</i> a produção.
<b>KPI</b>	<i>Key Performance Indicators</i> , ou indicadores chave de desempenho. Métricas que definem o desempenho de uma atividade, muitas vezes estipuladas contratualmente com os clientes.
<b>Lead time</b>	Tempo de atravessamento, ou seja, tempo total decorrido desde o disparo de um pedido até seu recebimento pelo cliente (interno ou externo).
<b>Lean Manufacturing</b>	Ver “ <i>Manufatura Enxuta</i> ”.
<b>LIFO</b>	<i>Last in, first out</i> . Lógica de armazenagem em que o último produto a chegar será o primeiro a sair.
<b>Linhas de Picking / Pedido</b>	1 linha de <i>picking</i> corresponde ao pedido de 1 item no estoque, para 1 cliente, na quantidade de uma ou mais unidades.
<b>Manufatura Enxuta</b>	Outra designação do Sistema Toyota de Produção, ou STP, refere-se à aplicação da filosofia e ferramentas <i>Lean</i> na produção.
<b>Mezanino</b>	Plataforma, normalmente desmontável, de dois ou mais andares, utilizado para aumentar a área útil de armazenagem. Em um mezanino normalmente são estocados itens menos volumosos e leves.
<b>Micro Management</b>	Estilo de gestão no qual o gerente observa e controla em detalhes o trabalho de seus funcionários, em excesso. Normalmente refere-se como modelo negativo de gestão.
<b>MIFA</b>	<i>Material and Information Flow Analysis</i> , ou Análise do Fluxo de Material e Informação Processo de redesenho de operações através do MIFD atual, ideal e futuro. Ver “MIFD” e “VSM”.
<b>MIFD</b>	<i>Material and Information Flow Diagram</i> , ou Diagrama do Fluxo de Material e Informação. Diagrama que mapeia o fluxo de valor em certa operação, identificando os processos, estoques, movimentação de materiais e interação da informação.
<b>One-Piece-Flow</b>	Fluxo Unitário. Ver “JIT”.
<b>OPE</b>	<i>Overall Process Efficiency</i> , ou Eficiência Global do Processo. Análise que permite avaliar a eficiência de um processo através da parcela de tempo que agrega valor sobre o tempo total despendido.
<b>Outbound</b>	Refere-se ao fluxo de saída de materiais em uma fábrica, centro de distribuição, etc. Ver também: “ <i>Inbound</i> ”.
<b>Packing</b>	Atividade de embalagem.

<b>Paleteira</b>	Equipamento hidráulico manual que tem finalidade de movimentar <i>pallets</i> .
<b><i>Pallet</i></b>	Base de madeira que visa o acondicionamento e transporte de materiais.
<b><i>Performance</i></b>	Desempenho
<b><i>Picking</i></b>	Separação de materiais no estoque para posterior envio ao cliente.
<b><i>Pick Pack</i></b>	Processo de separação e embalagem simultânea de materiais.
<b><i>Pick to light</i></b>	Sistema que identifica, através do acendimento de luzes, quais os materiais devem ser separados e qual a quantidade. Ver “ <i>Poka yoke</i> ”.
<b><i>Pigeon holes</i></b>	“Ninho de pombo”, escaninho para separação de itens por determinado critério.
<b><i>Poka Yoke</i></b>	Em japonês, “à prova de erros”. Métodos ou ferramentas que ajudam os operadores ou máquinas a evitar erros.
<b>Porta-Pallet</b>	Estrutura metálica, composta por colunas e longarinas, com vários níveis de altura, usada para a acomodação de pallets durante a armazenagem.
<b><i>Post It</i></b>	Papel colante usado para anotação de recados.
<b>QME</b>	Quantidade mínima por embalagem. Quantidade mínima pré-determinada de peças que devem ser acondicionadas em uma embalagem.
<b><i>Quick Win</i></b>	Iniciativa rápida de melhoria com impacto motivacional. Em inglês, “ <i>vitória rápida</i> ”.
<b><i>Rack</i></b>	Contentor, embalagem ou estrutura de armazenagem, normalmente empilhável, usada para colocação de materiais durante sua armazenagem.
<b><i>Refilling</i></b>	Em armazenagem, atividade de movimentação de materiais das locações altas do estoque para as posições baixas (ou posições de <i>picking</i> ).
<b>Selagem</b>	Fechamento de sacos plásticos usando calor.
<b>Separadores de Pedido</b>	Equipamento de movimentação que eleva tanto o vasilhame quanto seu operador, usado para a separação fracionada de itens em grandes alturas de armazenagem.
<b><i>Setup</i></b>	Etapa de preparação de certo processo.

<b><i>Shadow Board</i></b>	Quadro onde são pintadas as “sombra” dos materiais ou ferramentas que nele são colocadas, permitindo saber se existe algum item faltante.
<b>Sistema Toyota de Produção</b>	Modelo de gestão desenvolvido a partir dos anos 40 pela Toyota, que visa a eliminação de desperdícios através do envolvimento das pessoas. Também chamado de “ <i>Lean Manufacturing</i> ”, “Manufatura Enxuta”, ou simplesmente “ <i>Lean</i> ”.
<b><i>SKU</i></b>	<i>Stock Keeping Unit</i> , ou Unidade de Manutenção de Estoque. Designa os diferentes itens ou artigos de um estoque, estando normalmente associados a um código identificador.
<b><i>SOP</i></b>	<i>Standard Operational Procedure</i> , ou Procedimento Operacional Padrão. Instrução de trabalho ilustrada e de fácil entendimento.
<b><i>Stakeholders</i></b>	Pessoas interessadas ou que participam de certa iniciativa.
<b>STP</b>	Ver “Sistema Toyota de Produção”.
<b>Supermercados</b>	Material disposto em certa locação e em quantidades padronizadas, para utilização das estações de trabalho, cujo uso dispara pedidos para o fornecedor (interno ou externo).
<b><i>Takt time</i></b>	Frequência na qual um processo deve ser realizado, com base no tempo disponível e na demanda. Marca o ritmo de uma operação e refere-se ao fluxo contínuo de materiais.
<b>Tempo-ciclo</b>	Tempo atual necessário para a efetivação de uma unidade em certo processo.
<b>Transelevador</b>	Sistemas de armazenagem automáticos, controlados por software, que armazenam ou recolhem contentores de/para o estoque, sem a necessidade de operadores embarcados, sendo indicados para armazenagem de alta densidade, em corredores estreitos e grandes alturas.
<b><i>Turnover</i></b>	Refere-se à troca (voluntária ou não) de mão de obra em determinado período de tempo.
<b>VCI</b>	Material protetor que compõe certas embalagens de papel, derivado de sais orgânicos que volatilizam, saturando o ambiente interno da embalagem, depositando estes sais sobre a superfície metálica da peça, formando uma camada invisível que a protege contra a corrosão.
<b><i>Voice Picking</i></b>	Sistema eletrônico que informa ao separador, através de voz, qual item deve ser separado no estoque, qual a localização e em qual quantidade, utilizando-se de um decodificador e fones de ouvido.

<b>VSM</b>	<i>Value Stream Mapping</i> , ou Mapa de Fluxo de Valor. Diagrama que mostra os processos envolvidos em uma operação, especificando o fluxo de materiais e informações necessárias para a entrega de um produto, desde seu pedido. Ver também: “MIFD”.
<b><i>Waterspider</i></b>	Metodologia que visa concentrar em um funcionário (o <i>waterspider</i> ) todas as operações que não agregam valor, liberando os demais apenas para as atividades de agregação de valor, evitando interrupções destes últimos.
<b>WIP</b>	<i>Work in Process</i> , ou Material em Processo. Ver “Buffer”.
<b>WMS</b>	<i>Warehouse Management System</i> , ou Sistema de Gestão de Armazéns. Sistema informático que gerencia e controla as operações de um armazém.
<b><i>Workload driver</i></b>	Ver: “Driver”.

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

### 1.1. Apresentação do Problema

A Manufatura Enxuta, também conhecida por *Lean Manufacturing* ou Sistema Toyota de Produção (STP), surgiu na década de 50, na Toyota - Japão, e consiste basicamente em uma filosofia de gestão baseada na eliminação contínua e sistemática das perdas ao longo do sistema produtivo. Os desperdícios são tipicamente classificados como *superprodução, espera, transporte, superprocessamento, excesso de estoque, movimento, retrabalho e talento* (LIKER, 2005) (WOMACK & JONES, 1996). A eliminação de tais desperdícios dá-se através de inúmeras técnicas e conceitos, das quais é possível citar: fluxo unitário, contínuo e puxado de peças, utilização de mecanismos de prevenção de falhas, nivelamento da produção, padronização dos processos, organização do posto de trabalho, e muitas outras.

No Ocidente, o conceito ainda tem aplicação parcial, uma vez que as empresas, de um modo geral, adotam apenas parte dos conceitos, muitas vezes de forma isolada e até equivocada, geralmente objetivando ganhos financeiros de curto prazo. Isto normalmente ocorre porque as empresas utilizam tais conceitos, mas não compreendem o que os faz funcionar juntos na forma de um sistema (LIKER, 2005). Mais do que um conjunto de técnicas e ferramentas que visam à eliminação dos desperdícios dos processos, o STP consiste em uma filosofia de pensamento de longo prazo, mesmo que em detrimento de metas financeiras de curto prazo, além da cultura de melhoria contínua necessária para sustentar os princípios do Sistema Toyota. As consequências desta má aplicação do STP são inúmeras: breves melhorias sem sustentabilidade, desconfiança e descrédito do Sistema Toyota por parte dos funcionários envolvidos, eliminação “virtual” de desperdícios (eliminam-se certas perdas de processo, mas em contrapartida novos desperdícios são gerados).

Deve-se observar que a transformação dos velhos hábitos de uma antiga operação em um negócio calcado nos princípios Lean, consiste em três elementos principais: Processo, Gestão da *Performance*, e Cultura e Mentalidade. O “Processo” está relacionado à maneira em que os recursos estão organizados e otimizados para criar valor e minimizar as perdas. Como exemplo, temos o fluxo unitário de peças, a produção em modelo *Just-In-Time*, os mecanismos de garantia de qualidade embutidos nos processos, os sistemas de gestão visuais e muitos outros. A “Gestão da *Performance*” está associada às estruturas formais, processos e



sistemas através dos quais os recursos são geridos para garantir a excelência do “Processo”. Como principal exemplo, pode-se citar qual a sistemática utilizada em qualquer tipo de negócio para se discutir os problemas e as possíveis soluções, de maneira formal, regular e com o envolvimento de todas as pessoas participantes do departamento ou área enfocada. “Cultura e Mentalidade” é o elemento mais subjetivo, e também o mais importante, e tem a ver com o alinhamento de todos os funcionários com as metas e estratégias da empresa, habilidades individuais e comprometimento com melhoria contínua dos processos. É importante ressaltar que qualquer organização somente consegue evoluir em direção ao “estado Lean” quando estes três elementos coexistirem. Atualmente muitas empresas concentram seus esforços apenas no elemento “Processo”, daí a dificuldade em se garantir a sustentabilidade de suas iniciativas em direção à filosofia Lean.

Originário da indústria automobilística, o Sistema Toyota de Produção encontrou aplicabilidade em variados setores de manufatura e também de serviços, como supermercados, hospitais, bancos, departamentos administrativos, e também em operações logísticas como centros de distribuição, *cross-dockings*, armazéns-gerais, etc. Basta que exista uma seqüência de atividades que precisam ser transformadas em um fluxo estável e contínuo, sem movimentos inúteis, sem interrupções, sem lotes nem filas (WOMACK, 2004).

O mercado consumidor, outrora submisso às vontades de empresas produtoras, cada vez mais exige bens e serviços confiáveis tanto do ponto de vista de alto padrão de qualidade quanto de reduzidos prazos de entrega. Nota-se a necessidade crescente de clientes por prazos de entrega rápidos e custos limitados, aliados a um grau crescente de personalização destes produtos e serviços.

Dentro deste contexto, é particularmente explorada neste trabalho a aplicação dos conceitos *Lean* em operações logísticas de armazéns e centros de distribuição. Em termos de custo, a distribuição física torna-se ainda mais importante, pois absorve, em média, cerca de dois terços dos custos logísticos de uma empresa (BALLOU, 1993). Parte integrante do canal de distribuição de muitas empresas de manufatura, varejo, etc., os centros de distribuição consistem em uma série de processos fundamentais para se alcançar o nível de serviço desejado pelos clientes. Pode-se citar alguns: recebimento de materiais, embalagem, armazenagem, emissão de pedidos, separação e consolidação de materiais, formação de cargas e expedição.

Nota-se que os desperdícios mais comumente encontrados em centros de distribuição são: espera, excesso de movimentos e estoque desnecessário, este muitas vezes conseqüência do processamento de materiais em grandes lotes ao longo dos processos. Estas são as

oportunidades mais latentes, que normalmente emergem ao se buscar melhorias ao nível de serviço pretendido.

A melhoria dos processos logísticos de armazéns através da aplicação de conceitos *Lean* é ainda mais importante para as empresas prestadoras de serviços logísticos (Operadores Logísticos ou 3PL) que atuam nessas atividades, uma vez que este é o negócio-chave de tais empresas. Neste sentido, observa-se que os operadores logísticos existentes no mercado vêm recentemente implantando estratégias de excelência operacional, em sua maioria baseadas nos conceitos de Manufatura Enxuta, com suas devidas variações.

## **1.2. Objetivos Gerais do Trabalho**

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o impacto da implantação de técnicas de manufatura enxuta em um Centro de Distribuição de peças automotivas para reposição.

### **1.2.1. Objetivos Específicos do Trabalho**

A partir do objetivo geral acima exposto, define-se os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar conceitos fundamentais de Manufatura Enxuta no contexto de uma atividade de Armazém;
- Evidenciar as principais ferramentas utilizadas na filosofia *Lean Manufacturing* que possam ser usadas ao se implantar os conceitos *Lean* em Armazéns e Centros de Distribuição;
- Descrever a aplicação, através de um estudo de caso, de tais ferramentas em alguns principais processos de um Centro de Distribuição de peças de reposição automotivas, mais especificamente *picking* (separação) e confeccionamento de peças (embalagem), evidenciando os resultados.

## **1.3. Delimitação do Estudo**

O processo de implantação de sistemas enxutos é um processo contínuo de busca da perfeição, de forma que nem todos os princípios, práticas e ferramentas são contempladas em uma primeira aplicação da transformação enxuta. Este trabalho não se trata, portanto, de uma

“caixa de ferramentas” ou de um “manual de operações”, mas sim de um conjunto de sugestões que têm como preceito fundamental a necessidade de uma mudança de mentalidade voltada à realização de melhorias contínuas em toda a organização, com os recursos que se têm em mãos.

A empresa que serviu de base para este estudo é um operador logístico global, que desde 2004 possui um programa interno de *Lean*. Este programa vem se desenvolvendo ao longo dos anos, e pretende atingir até o fim de 2009 todos os contratos da empresa no mundo. O estudo de caso e as ferramentas apresentadas ao longo deste trabalho foram aplicados em um Centro de Distribuição de componentes automotivos para pós-venda. Por este motivo, os resultados observados devem ter sua análise restrita a este ambiente estudado.

Dada a vastidão e complexidade do assunto, algumas observações sobre este trabalho devem ser levadas em conta:

- Não é objetivo deste trabalho abordar soluções tecnológicas ou inovadoras para armazenagem e movimentações de materiais, e sim entender como os conceitos de Produção Enxuta podem ser aplicados em operações de armazenagem através de mudanças simples de processos, porém de alto impacto.
- Este trabalho restringe-se às operações internas de armazenagem e movimentação, em Centros de Distribuição de Materiais. Atividades como transporte *inbound* (fornecedores/fábrica - Centro de Distribuição) e *outbound*, (Centro de Distribuição – clientes finais), bem como planejamento e programação de estoques, estão fora do escopo deste trabalho.

#### **1.4. Justificativa e Importância do Trabalho**

Atualmente é comum que as empresas terceirizem suas operações logísticas, em especial aquelas relacionadas à distribuição de seus bens ou de materiais de reposição ou assistência técnica. Os objetivos são:

- Redução de custos: o parceiro logístico pode obter sinergia entre diversas operações, e com isto reduzir os custos de armazém e de transporte; além disso, normalmente praticam-se salários mais baixos;

- Competência superior: parte-se do pressuposto que estes parceiros possuem o conhecimento necessário para promover melhorias em direção a um ganho de eficiência e nível de serviço das operações de seus clientes;
- Foco no *core business* da empresa e delegação de atividades periféricas a empresas especialistas;
- Compartilhamento de riscos, variabilização dos custos e definição de métricas de *performance* visíveis.

É especialmente importante para os operadores logísticos, que estes possam garantir sua competitividade e lucratividade através de programas de excelência operacional que tenham como objetivo a satisfação do cliente (nível de serviço alcançado a um preço justo) e ao mesmo tempo o desenvolvimento humano e satisfação de seus empregados. Este estudo pretende, portanto, contribuir para a compreensão dos ganhos que podem ser obtidos com a utilização dos conceitos de “pensamento enxuto” em operações logísticas internas de armazenagem.

### **1.5. Metodologia da Pesquisa**

De acordo com PACHECO (2007), pesquisa científica é a busca do conhecimento científico, transformando dados em informações e que estas sejam utilizáveis nos diversos meios de produção, de modo organizado, racional e seguindo regras preestabelecidas ou que venham a ser reconhecidas como válidas, possibilitando a formulação de teorias e leis dos fenômenos.

De acordo com os critérios da metodologia científica, o presente trabalho é classificado como de natureza qualitativa, onde não se requer o uso de métodos e técnicas estatísticas, sendo o ambiente natural a fonte direta para a coleta de dados. Segundo GIL (1999) a pesquisa qualitativa é descritiva e o pesquisador tende a avaliar os dados indutivamente. Este trabalho é ainda do tipo exploratório, pois tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou construir hipóteses (GIL, 1999). O método utilizado é o da pesquisa ação, explicado por THIOLENT (1997) como uma pesquisa de base empírica realizada em estreita associação com uma ação ou até mesmo uma resolução de algum problema em comum, onde o pesquisador e os membros participantes da situação estão envolvidos de modo a cooperar ou participar das decisões tomadas. GIL (2002) menciona que o planejamento da pesquisa ação tem diferenças

em relação a outros tipos de pesquisa pela flexibilidade necessária, mas, sobretudo, pelo envolvimento da ação do pesquisador e dos grupos interessados.

Em uma pesquisa ação não há uma sequência definida a se seguir, mas de acordo com THIOLENT (1997) o processo metodológico pode ser estruturado em quatro fases: fase exploratória, fase de aprofundamento, fase de ação e fase de avaliação.

- 1) Fase Exploratória: nessa etapa, a empresa e o autor da pesquisa identificaram um problema real e definiram uma equipe de projeto para o estudo e a solução do mesmo. O problema identificado tratava-se da oportunidade de se obter ganhos de produtividade e de qualidade em um Centro de Distribuição de peças automotivas de reposição, através da aplicação de conceitos ligados ao Sistema Toyota de Produção, ou *Lean Manufacturing*;
- 2) Fase de Aprofundamento: os problemas são analisados mais detalhadamente, através de coleta de dados e de um diagnóstico da situação encontrada no referido Centro de Distribuição;
- 3) Fase de Ação: nessa fase efetua-se um redesenho dos processos e sua implantação, utilizando-se para isto as ferramentas de gestão propostas no capítulo 3;
- 4) Fase de Avaliação: os ganhos com as melhorias implantadas são mensurados, a fim de se avaliar o impacto obtido com a aplicação dos conceitos *Lean*.

## 1.6. Estruturas do Trabalho

Esta dissertação estrutura-se em cinco capítulos, assim distribuídos:

O primeiro capítulo refere-se à introdução, e expõe a natureza do problema tratado, e são apresentados em linhas gerais os assuntos abordados, o objetivo do trabalho e a relevância do estudo.

O capítulo dois aborda conceitos e técnicas sobre Manufatura Enxuta e Armazenagem e Distribuição. Neste capítulo constrói-se o embasamento teórico dos assuntos relacionados ao desenvolvimento do trabalho, explorando os elementos que compõe o Sistema Toyota de Produção sob a ótica de uma atividade de Armazém e Centro de Distribuição, bem como fundamentos de armazenagem.

O capítulo três aborda em detalhes as ferramentas usadas para a implantação de Sistemas Enxutos em um Centro de Distribuição.

O quarto capítulo apresenta o contexto operacional e um “*case*” que demonstra a aplicabilidade dos conceitos *Lean* em um Centro de Distribuição de peças automotivas.

O quinto capítulo apresenta as conclusões e recomendações. Finalmente são apresentadas as referências bibliográficas e as bibliografias consultadas.

## CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Princípios da Produção Enxuta

O Sistema Toyota de Produção começou a ser desenvolvido logo após a Segunda Guerra Mundial, no Japão. Na época, o país estava se reconstruindo do conflito, e a companhia precisava atender a um mercado bastante reduzido, porém com elevada flexibilidade, pois era necessário produzir uma variedade de veículos na mesma linha de montagem para satisfazer aos clientes. Isto significa que era necessário adotar um paradigma de produção diferente daquele utilizado pelas grandes montadoras americanas, como a GM e a Ford, que se utilizavam da produção em massa, economias de escala e grandes equipamentos para produzir o máximo possível de peças com o menor custo possível. Além disso, não havia nos Estados Unidos uma grande variedade de produtos e nem muita preocupação em satisfazer a necessidade dos consumidores (esta é a razão porque originalmente todos os Ford Modelos T eram pretos). Além disso, qualidade era uma preocupação secundária das empresas na época.

A situação inflacionária no Japão, somada à indisponibilidade de capital enfrentada pela Toyota na época, indicava que a empresa deveria ter um giro veloz de capital para garantir sua existência. Isto significava operar com níveis reduzidos de estoque, situação completamente contrária daquela existente nos EUA.

Em 1950, Eiji Toyoda, sobrinho de Kiichiro Toyoda (fundador da *Toyota Motor Company*), fez uma viagem de estudos aos Estados Unidos para visitar indústrias americanas. Eiji deparou-se com um modelo produtivo que pouco havia evoluído desde a década de 30, quando seu tio já havia feito o mesmo tipo de intercâmbio. Baseado na economia de escala, o sistema americano preconizava produção em grandes lotes e empurrada, e como consequência disto puderam observar grande formação de estoques e muitas falhas no processo produtivo, que muitas vezes somente seriam percebidas várias semanas depois. Eiji percebeu então uma grande oportunidade de melhorar o sistema americano, baseado nos princípios de Henry Ford, e adaptá-lo às necessidades japonesas da época.

Inicialmente, a Toyota procurou criar um fluxo uniforme de materiais ao longo de seus processos produtivos, o que mais tarde viria a ser um dos pilares do STP. Nascia aí o *Just-In-Time* (JIT), que tem como principal característica a utilização de mecanismos para “puxar” a produção, ou *Kanban*. Isto significa não produzir até que o processo subsequente peça por

mais material. Outras técnicas também fazem parte do JIT, como a movimentação ou entrega de lotes cada vez mais reduzidos (sempre em busca do lote unitário) e regulares. O *Just-In-Time* permitiu à Toyota corresponder às mudanças diárias de demanda, o que era exatamente o que a empresa precisava.

Ao mesmo tempo, nascia o conceito de desperdícios, o que viria a ser o coração do STP. Significava basicamente identificar o valor ao longo do processo produtivo, e conseqüentemente reduzir ou eliminar todas as demais atividades que não agregavam valor – os desperdícios. Foram ao todo identificados sete tipos de desperdício, que serão abordados mais adiante.

O despertar para estes conceitos por parte do mundo ocidental veio a ocorrer apenas no final da década de 80, em especial com o lançamento do *best-seller* “*A máquina que mudou o mundo*”, de WOMACK & JONES (1992). No livro foram publicados os resultados de uma pesquisa realizada pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) acerca do desempenho superior das empresas automotivas japonesas.

Torna-se evidente que o *Lean* é um sistema de negócios que pode ser aplicado a qualquer setor, inclusive serviços, pois se trata de uma maneira enxuta de pensar que deve estar presente em todos os lugares e áreas do negócio, incluindo os trabalhos administrativos. Por exemplo, um pedido de compra ou o processo de desenvolvimento de um novo produto pode ser comparado com um processo industrial, pois consiste de várias etapas e muitos problemas em comum, como esperas, problemas de qualidade, fluxo, etc. As mesmas ferramentas utilizadas no chão de fábrica, portanto, podem ser aplicadas a estes novos ambientes. É comum a aplicação dos conceitos do STP em áreas de negócio como a Construção Civil, Correios, Saúde, Logística, Aviação Civil, etc.

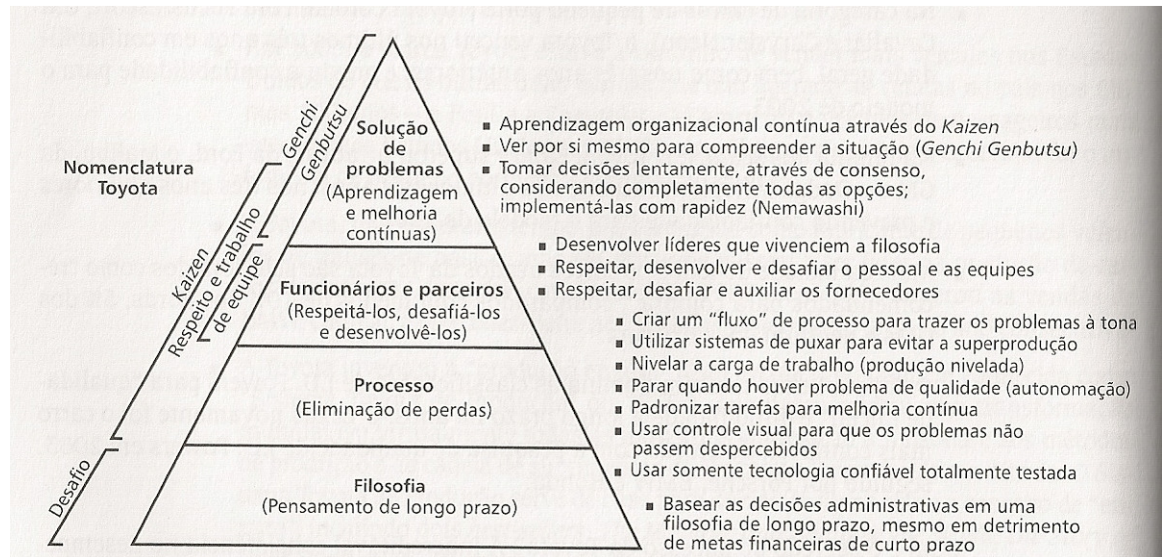
Segundo LIKER (2005), o STP pode ser sintetizado através de quatro elementos básicos (veja figura 2.1):

- Filosofia de longo prazo: contrariamente ao pensamento tradicional de muitas empresas, a Toyota foca, desde o nível mais alto da empresa, em fornecer valor aos clientes e à sociedade, o que fortalece a abordagem de longo prazo para a construção de uma organização de aprendizagem auto-sustentável.
- Processo certo: a Toyota visa à obtenção de fluxo em seus sistemas produtivos a partir do conceito de fluxo unitário de peças, e orienta todos seus esforços para a materialização deste fluxo ideal. O objetivo é obter ganhos de produtividade e qualidade simultâneos, com alta segurança e desenvolvimento



humano. Existe na Toyota um foco especial no processo que caracteriza a empresa, de forma que seus administradores acreditam totalmente que o uso do processo correto levará aos resultados que desejam. A literatura tradicional explora este elemento com muita ênfase, muitas vezes se esquecendo dos demais elementos que compõe a “cultura enxuta” e que garantem sua sustentabilidade.

- Desenvolvimento de funcionários e parceiros: na Toyota é vital o desenvolvimento de líderes que compreendam completamente o trabalho, e mais importante, vivam a filosofia do STP e a ensinem aos outros. O foco é obter líderes que sejam primordialmente construtores de organizações de aprendizagem e possuam habilidades técnicas, administrativas e filosóficas. Estas organizações são orientadas ao trabalho de equipe, o que é facilmente percebido quando, por exemplo, se constrói um fluxo unitário de peças ao longo de diversos processos, o que é um fundamento básico do STP. Além disso, a expansão do conhecimento e da cultura *Lean* ao longo de toda a cadeia produtiva, envolvendo parceiros e funcionários, maximiza os benefícios a nível de produtividade e qualidade em longo prazo, e difunde a filosofia Toyota para além dos limites das fábricas apenas.
- Solução contínua de problemas: este é o mais elevado nível do Modelo Toyota e pressupõe a importância da aprendizagem organizacional. Neste ponto, é fundamental a compreensão profunda dos problemas e a tomada de decisão através de dados pessoalmente verificados. Este exercício de observação e compreensão dos problemas é um dos fundamentos do STP e deve ser praticado principalmente pelos líderes e gerentes. As decisões devem ser tomadas lentamente e por consenso, e todas as opções devem ser consideradas. Podem-se destacar neste elemento as iniciativas de melhoria contínua, ou *Kaizens*, que visam solucionar continuamente os problemas através da identificação de sua causa-raiz.

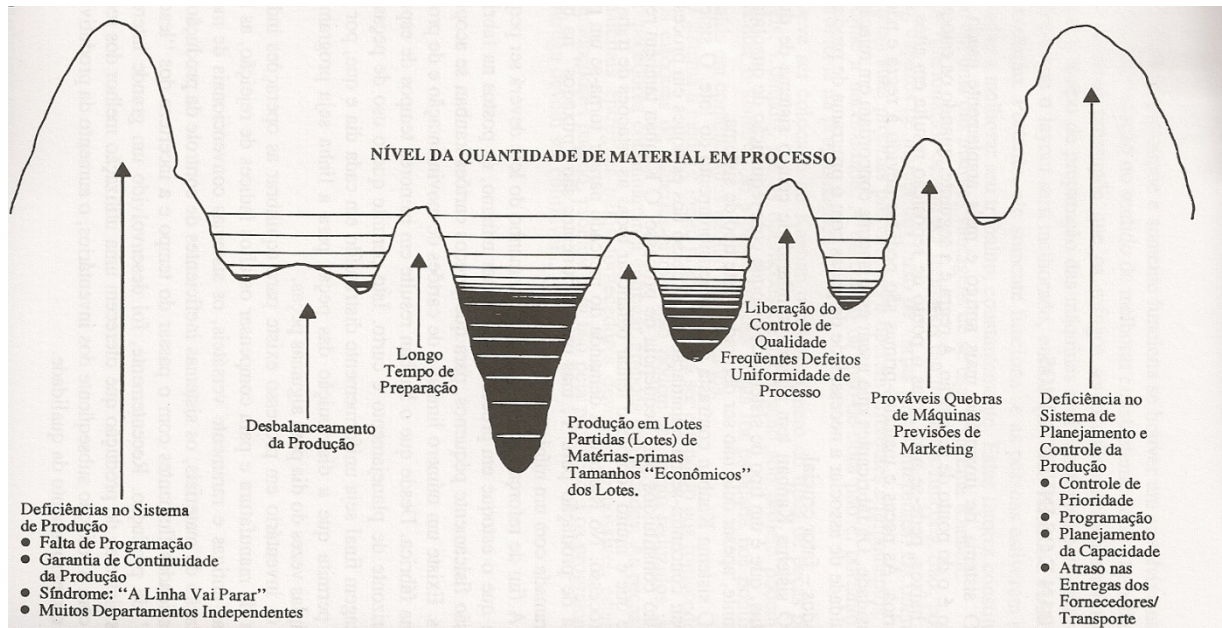


**Figura 2.1: Os quatro elementos do STP na visão de LIKER (2005)**

Taiichi Ohno, um dos criadores do Sistema Toyota de Produção, cita que a chave para o STP e o que o faz sobressair-se não é nenhum dos elementos individuais, mas sim ter todos os elementos reunidos como um sistema. Estes elementos devem ser postos em prática todos os dias de maneira muito sistemática – e não isoladamente (LIKER, 2005). A maioria das empresas foca seus esforços no quesito “Processo” e esquecem os demais elementos que compõe o STP. A consequência disto é que as melhorias de processo que forem obtidas não serão respaldadas pelo sentimento e pela inteligência que as tornarão sustentáveis em toda a organização. O modo “enxuto” de pensar envolve uma mudança cultural mais profunda e abrangente do que apenas tomar um determinado conjunto de ferramentas do STP para se considerar “*Lean*”.

### **2.1.1. As Sete Categorias de Desperdício**

SHINGO (1996) sustenta que a teoria do Sistema Toyota de Produção (STP) consiste na eliminação contínua e sistemática das perdas (desperdícios) dos processos produtivos, objetivando assim a eliminação dos custos desnecessários. Segundo ele, o grande desafio do STP é a redução ou eliminação de estoque, encorajando a administração a resolver os problemas, ao invés de encobri-los com mais inventário e longos *lead-times* (veja figura 2.2).



**Figura 2.2: A redução de estoque encoraja a solução de problemas de processo (MOURA, 1989)**

A eliminação total do desperdício é o foco principal do STP. SHINGO (1996), WOMACK & JONES (1996) e LIKER (2005) classificam os desperdícios como:

1. Superprodução: Produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em perdas com excesso de pessoal e de estoque e custos de transporte devido ao estoque excessivo.
2. Espera: Longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informações. Normalmente ocorre quando funcionários simplesmente não têm trabalho a fazer, pois estão aguardando o processo anterior finalizar suas atividades, ou porque existem atrasos no processo, interrupções de processamento ou desbalanceamento de tarefas.
3. Transporte excessivo: Movimento de materiais e do estoque em processo por longas distâncias e de maneira ineficiente, para dentro ou para fora do estoque ou entre processos.
4. Processos Inadequados: Etapas desnecessárias ao se executar certa atividade, quando uma abordagem mais simples pode ser mais efetiva. Pode ser observado quando se utiliza o jogo errado de ferramentas, sistemas ou

procedimentos, freqüentemente produzindo defeitos. Muitas vezes também chamado de *Superprocessamento*.

5. Inventário desnecessário: Excesso de matéria prima ou estoque em processo. É oneroso por diversos motivos: ocupação de espaço físico para armazenagem, múltiplas movimentações de materiais gerando movimentos extras, custo de capital circulante, risco de obsolescência e danificações, comprometimento da qualidade e da segurança do local de trabalho, aumento considerável do *lead-time*.
6. Movimentação desnecessária: Movimentos inúteis executados pelos funcionários, tais como procurar itens, empilhar materiais, caminhar de um ponto a outro do local de trabalho, etc. Muitas vezes causada por desorganização do ambiente de trabalho, utilização de um layout pobre ou a não observância de aspectos ergonômicos.
7. Produtos Defeituosos: Retrabalhos, consertos, inspeções de qualidade, ocasionando perdas de manuseio, aumento do *lead-time* e esforços desnecessários.

LIKER (2005) inclui um oitavo tipo de desperdício, que seria o *Desperdício de criatividade dos funcionários*, muitas vezes chamado de *Desperdício de talento*. Significa não aproveitar as habilidades individuais e a criatividade de cada funcionário, desperdiçando possibilidades de melhoria por não envolver nem gerenciar os recursos de maneira eficiente.

Dentro desse contexto, define-se que em qualquer tipo de operação, são encontrados três diferentes tipos de atividades:

- Atividades que agregam valor: são atividades que, aos olhos do consumidor final, agregam valor ao produto ou serviço. Ou seja, atividades pelas quais o consumidor ficaria feliz em pagar por elas.
- Atividades desnecessárias e que não agregam valor: são atividades que, aos olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço e que são desnecessárias em qualquer circunstância. Estas atividades são nitidamente desperdícios e devem ser eliminadas a curto e médio prazo.
- Atividades necessárias, mas que não agregam valor: são atividades que, aos olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço, mas que

são necessárias. Trata-se de desperdícios difíceis de serem completamente eliminados em curto prazo, mas que podem ser reduzidos.

Uma das grandes dificuldades é exatamente definir o que agrega e o que não agrega valor. Deve-se, a rigor, pensar em cada processo separadamente. Numa operação de Centro de Distribuição, por exemplo, temos o processo de embalagem de peças, cujo único sub-processo que agrega valor é justamente o exato instante em que a peça é acondicionada dentro de sua embalagem. Todas as demais atividades, como movimentações, preparação do material auxiliar, manuseio das peças e de embalagens vazias, e outras, podem ser consideradas atividades necessárias, mas que não agregam valor. No processo de separação (*picking*) de materiais, por exemplo, considera-se que o único sub-processo que agrega valor é o exato instante em que a peça é retirada de sua locação no estoque, seja manualmente ou através de algum equipamento, como uma empilhadeira ou uma selecionadora de pedidos. Todas as outras atividades, como impressão dos pedidos pelo sistema, movimento até as locações do armazém, embalagem dos pedidos, etc., podem ser consideradas atividades necessárias, mas que não agregam valor.

Ainda na operação de Centro de Distribuição, freqüentemente encontram-se atividades desnecessárias que não agregam valor, em sua maioria espera e ociosidade. Por exemplo, espera na chegada de caminhões para que possam ser descarregados, espera por pedidos para que possam ser separados, espera por materiais auxiliares para embalagem, espera por carretas para que possam ser carregadas para o cliente final. Estas esperas ocorrem em sua maioria por três razões principais:

- Falta de planejamento: numa operação de armazenagem e distribuição, é comum encontrar variabilidade diária de demanda, em menor ou maior grau. Muitas vezes não é feito um planejamento adequado de recursos, ou seja, uma adequação da quantidade de pessoas ou equipamentos para atender a demanda daquele dia. Isto provoca uma ociosidade elevada dos recursos, especialmente nos dias de baixa demanda, pois nestes casos a quantidade de funcionárias é fixa, independentemente se volume é alto ou baixo. Em um Centro de Distribuição, o planejamento de recursos adequado é normalmente uma das maiores oportunidades encontradas para se evitar a ociosidade.
- Falta de nivelamento ou cadência da demanda: em alguns casos, mesmo que um planejamento a nível diário tenha sido feito, a operação não consegue

cadenciar a demanda a nível horário, causando picos de atividade em determinados momentos do dia. Pode-se citar aí caminhões que chegam de forma irregular, ou muito cedo ou muito tarde, ou pedidos que são separados em momentos específicos do dia, em picos, para no final serem carregados. Muitas vezes não há controle sobre a atividade de separação, resultando em produtividades diferentes para cada funcionário, e conseqüentemente ociosidade. Como veremos adiante, nivelamento ou *heijunka*, em japonês, é um dos fundamentos que estão na base do STP.

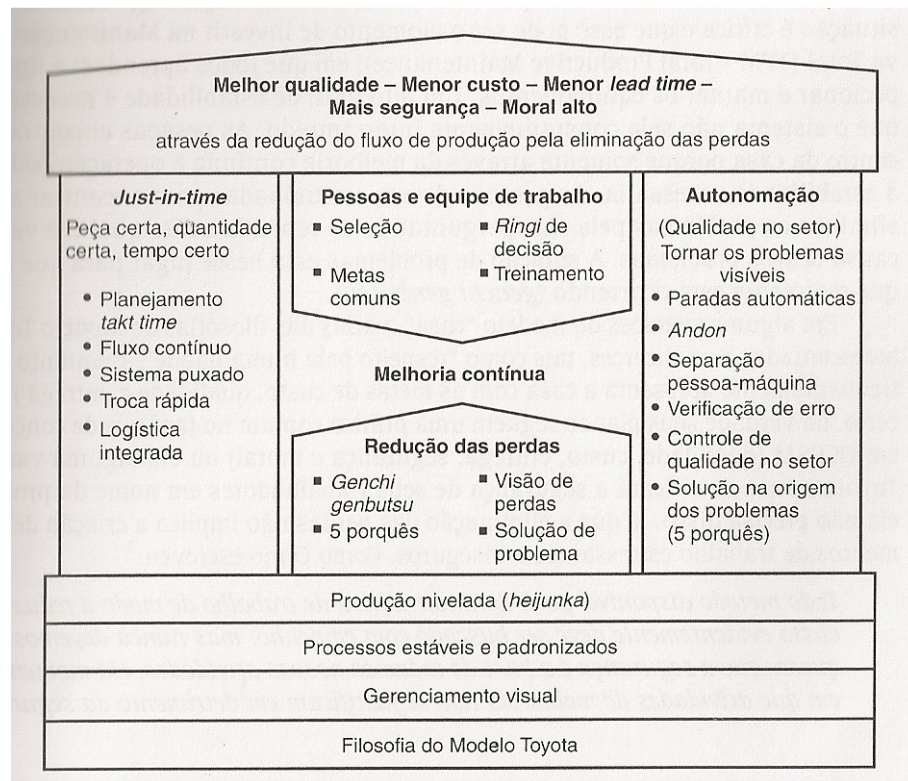
- Desbalanceamento de recursos: em alguns casos, processos subseqüentes não estão balanceados, causando gargalos e conseqüentemente espera em certos momentos do dia. Por exemplo, caso a atividade de pesagem e expedição esteja com excesso de recursos, não corretamente balanceada com a atividade de separação de pedidos, constata-se que em muitos momentos do dia seus funcionários se encontrarão ociosos. Esta ociosidade normalmente é difícil de ser identificada, pois na maioria das vezes os funcionários buscam maneiras de se manterem ocupados, seja movimentando materiais de um lado para outro, ou apenas encontrando maneiras de “organizar” o local de trabalho, ao invés de simplesmente parar o que estão fazendo e alertar seu superior imediato.

Pode-se, finalmente, perceber que num Centro de Distribuição típico, as atividades que agregam valor são quase sempre uma parcela muito pequena. Mais que isso, há neste tipo de operação uma parcela considerável de atividades desnecessárias que não agregam valor, mais precisamente espera e ociosidade. Isto sugere a existência de um ambiente propício para a realização de esforços voltados para a redução do desperdício. Para tanto, a produção enxuta engloba uma série de conceitos, práticas e ferramentas. A seguir serão apresentadas algumas delas.



### 2.1.2. A Casa do STP

Uma das maneiras de se representar o STP como um sistema é através da “Casa do STP”. A literatura especializada apresenta diferentes versões da casa, porém seus princípios elementares são basicamente os mesmos. LIKER (2005) propõe a casa mostrada na figura 2.3.



**Figura 2.3: A Casa do STP proposta por LIKER (2005)**

A figura de uma casa nos mostra que o Sistema Toyota de Produção, mais do que um conjunto de ferramentas, é uma estrutura onde todos os seus componentes são importantes para a formação do todo. Assim como uma casa, o STP requer inicialmente uma base sólida, posteriormente pilares fortes, para que só então tenhamos um telhado – os objetivos – consolidado. Os objetivos podem se resumir em três: excelência operacional, satisfação do cliente e desenvolvimento humano. Dentro da casa encontram-se as pessoas, bem selecionadas e treinadas, que estarão sempre em busca de melhoria contínua reduzindo os desperdícios dos processos.

### 2.1.2.1. A Base da Casa do STP

A base é constituída por alguns princípios básicos que regem todo o Sistema Toyota, e que sem eles, não é possível aplicar nenhum dos elementos que constituem os pilares da casa–JIT e Autonomia.

Estes princípios básicos podem ser resumidos em três categorias principais:

- 1) Estabilidade: *Heijunka*, em japonês, significa nivelar a produção, tanto em volume quanto em variedade. Em alguns casos, pressupõe a utilização de mecanismos para uniformizar a demanda, mesmo que os pedidos sejam recebidos de forma inconstante e variável. Somente assim pode-se criar o ambiente e as condições necessárias para se obter um fluxo JIT, contínuo e puxado. Um dos grandes desafios de se nivelar a produção é reduzir os tempos de *setup* a um nível mínimo, a fim de se possibilitar a cadência do mix produtivo sem comprometer a produtividade.
- 2) Padronização de processos: Significa determinar todas as etapas que compõe um processo de forma padronizada, e reproduzir este padrão entre os trabalhadores que executam tal processo, assegurando que ele será seguido. A padronização é a chave para a melhoria contínua, pois se um processo não é padronizado, qualquer melhoria será apenas mais uma variação que ocasionalmente é utilizada e quase sempre ignorada. Deve-se padronizar e então estabilizar o processo, antes que o aperfeiçoamento contínuo possa ser efetuado. Ao se padronizar um processo, deve-se primeiramente definir um tempo padrão (ou tempo-ciclo) associado a este processo. Em seguida, devem-se criar instruções de trabalho claras, visuais e de fácil compreensão, que indicam todas as etapas daquele processo, e difundir entre os trabalhadores. Finalmente deve-se especificar a quantidade de materiais em processo padrão (máxima e mínima) para tal atividade. Este padrão deve ser continuamente monitorado pelas lideranças, e atualizado sempre que mudanças ou melhorias sejam executadas.
- 3) Melhoria contínua: Representa a cultura de compreender completamente os processos, utilizando sempre ferramentas de melhoria contínua para se determinar as causas de uma ineficiência e para buscar as soluções que sejam eficazes. Na prática, um *Kaizen* representa uma iniciativa de curta duração, em média duas semanas, em que um time pré-definido e multidisciplinar utiliza os conceitos *Lean* de eliminação dos desperdícios e ferramentas de melhoria contínua para solucionar



um problema específico. Faz parte da melhoria contínua o emprego de ferramentas de gerenciamento visual, uso de metodologias de limpeza e organização do posto de trabalho (5S), medição e discussão regular e sistemática dos indicadores (KPI's) e dos problemas da área, envolvendo todos os empregados, e muitos outros.

#### **2.1.2.2. O Pilar “*Just-In-Time*” da Casa do STP**

Esta é certamente a característica mais visível e popularizada do STP, e é geralmente foco isolado de muitas empresas quando tentam implantar técnicas de *Lean Manufacturing* em suas operações.

*Just-In-Time* significa, em essência, produzir ou entregar o material certo, na quantidade certa, no momento exato em que é necessário. É uma terminologia popularmente empregada para designar transporte de materiais em quantidades reduzidas, porém com elevada frequência. No STP, o JIT possui um sentido muito mais amplo e pode ser utilizado em qualquer tipo de processo, seja numa operação de manufatura, numa operação logística ou num sistema de transporte.

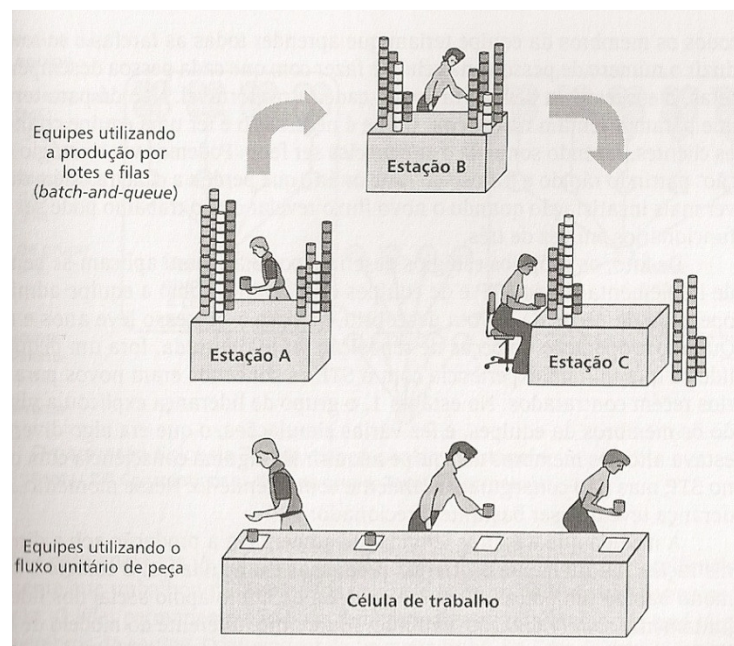
Um processo JIT somente existirá quando três elementos coexistirem: fluxo unitário de peças, *takt-time* e fluxo puxado.

O fluxo unitário é um dos pontos mais marcantes do STP e objeto de inúmeras discussões. Qual seria o tamanho ideal de lote, ou o tamanho do lote econômico de uma determinada operação? Sob a ótica do STP, o tamanho de um lote deve ser sempre o mesmo – um, ou lote unitário. Em muitos processos, trabalhar com lote unitário pode parecer um desafio quase impossível de ser solucionado. Mas de acordo com o STP, deve-se sempre buscar maneiras para se reduzir continuamente o tamanho dos lotes, visando sempre à obtenção do fluxo de uma peça apenas, mesmo que em longo prazo.

No tradicional modo de pensar da produção em massa, as pessoas e máquinas estão agrupadas na forma de departamentos, ou seja, pessoas e equipamentos semelhantes desempenhando tarefas semelhantes. Este modelo de organização possui dois objetivos principais: economias de escala, ao se extrair o máximo de produção de um funcionário ou equipamento reduzindo assim o custo unitário de cada peça, e aparente flexibilidade de programação de recursos, uma vez que fica visualmente mais fácil identificar quem está e quando está desempenhando qual atividade.

Este método de trabalho em lotes pode parecer intuitivo para a maioria das pessoas, entretanto gera uma série de problemas. O modelo empurrado de produção, e em grandes lotes, gera enormes quantidades de WIP (*work in process*), ou material em processo, e que, portanto, deve ser movimentado de um departamento para outro, de preferência em grandes quantidades para se tornar econômico. Este material em processo é um tipo de desperdício indesejável por inúmeros motivos: custo de capital, necessidade de espaço para armazenagem, problemas de qualidade (pois os problemas somente serão identificados quando o lote for trabalhado no processo subsequente), múltiplas movimentações, etc. Além disso, este modelo de processamento aumenta o *lead-time*, ou tempo de atravessamento do processo.

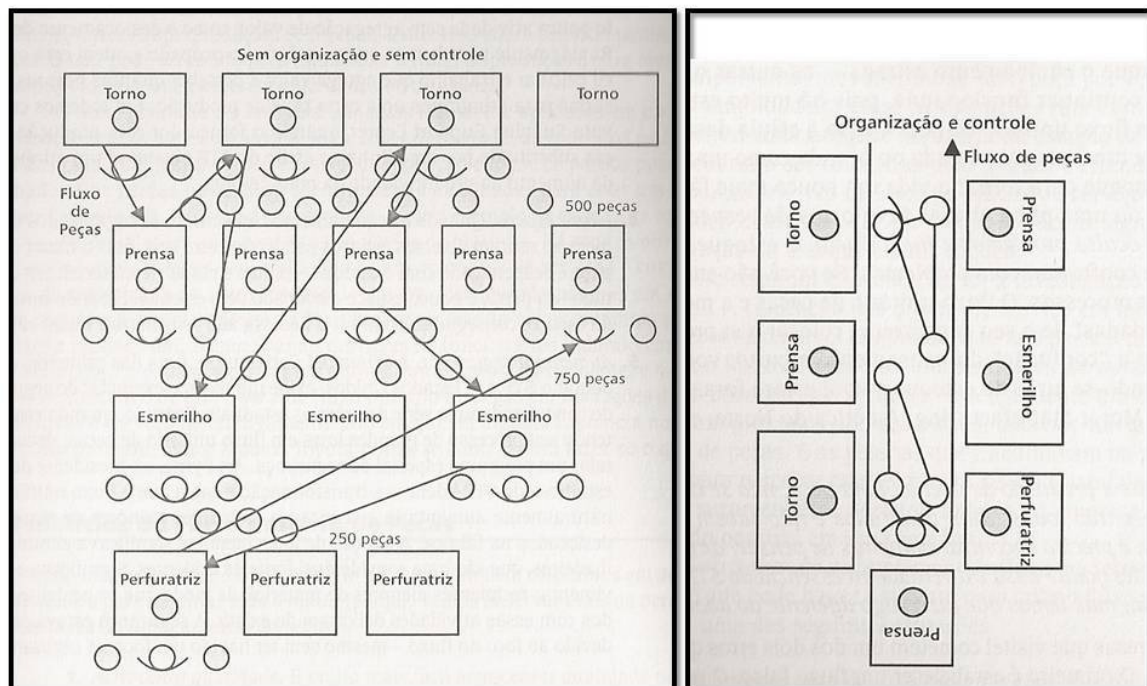
Para se obter um fluxo unitário, o STP sugere que os departamentos devem ser divididos não por processos, mas por tipo de produto. Este é o conceito de células de manufatura: refere-se ao arranjo físico das máquinas e pessoas, que deve ser definido segundo o fluxo de operações necessário para a fabricação do produto. Visa aperfeiçoar o fluxo de peças entre os processos, quem fluirão de maneira unitária pelos processos e equipamentos, e maximizar a utilização da mão de obra, como mostra a figura 2.4. A utilização de mão-de-obra flexível e multidisciplinar é um dos preceitos do STP. Dessa forma, a quantidade de mão-de-obra pode ser adequada ao volume, o abastecimento de material é facilitado e a comunicação entre os operários é aumentada, tornando mais rápida a detecção de defeitos.



**Figura 2.4: Diferença entre produção em lotes (departamentos) e fluxo unitário (célula de produto). (LIKER, 2005)**

A migração de um processo em lotes para unitário, portanto, normalmente vem acompanhada de uma mudança de *layout* e rearranjo de processos (ver figura 2.5).

Taiichi Ohno responsabilizou os primeiros agricultores da civilização por este modo de pensamento, baseado em lotes e filas, à medida que ficaram obcecados pelos lotes (a colheita anual) e estoques (o armazém de grãos) (WOMACK & JONES, 2004). De fato, inúmeras organizações baseiam-se na “departamentalização” de processos e no modelo de produção em massa descrito anteriormente. A produção em lotes unitários é muitas vezes contra-intuitiva, tornando-se um desafio para as empresas, porém seus benefícios são evidentes.



**Figura 2.5:** Comparação de diferentes arranjos físicos, entre a produção em massa à esquerda, e o fluxo contínuo à direita, com *layout* em “U” (LIKER, 2005)

Em seguida tem-se o segundo elemento do JIT, que é o conceito de *takt-time*. Esta palavra designa o ritmo das operações, ou seja, com qual frequência um item deve ser produzido, ou determinado processo deve ser realizado. Conceitualmente, é calculado por:

$$\text{Takt-Time} = \frac{\text{Tempo Disponível}}{\text{Demanda}}$$

Uma das aplicações do *takt-time* é o cálculo da mão-de-obra necessária para desempenhar certa atividade. Supõe-se uma operação de descarga de caminhões, a qual opere

em dois turnos de 8 horas cada, e neste período receba 100 caminhões provenientes dos fornecedores. Neste caso, o *takt-time* é:

$$\text{Takt-Time} = \frac{8 \text{ hs} \times 2 \text{ turnos} \times 60 \text{ min}}{100 \text{ caminhões}} = \frac{960 \text{ minutos}}{100 \text{ caminhões}} = 9,6 \text{ minutos/caminhão}$$

Isto significa que um caminhão deve ser descarregado a cada 9,6 minutos, para que ao fim dos dois turnos todos os 100 caminhões previstos tenham sido descarregados.

Supõe-se que, hipoteticamente, um operador de empilhadeira precise de 30 minutos para descarregar um caminhão, em média. Portanto são necessários aproximadamente três operadores em cada turno para executar toda a atividade ( $30 \div 9,6 = 3,1$ ).

Para se definir um fluxo JIT em nossos processos, deve-se determinar qual o *takt-time* da operação, para então balancear os recursos a fim de implantar um fluxo unitário que opere com o mínimo de estoque intermediário (nenhum, de preferência). Em seguida devem-se implantar as ferramentas visuais necessárias para fazer um acompanhamento da produção ao longo do tempo, e assim verificar se o *takt-time* está sendo respeitado, assegurando que o objetivo será atingido ao longo do dia. São comuns quadro de controle de processo, quadros de acompanhamento horário da produção, ou outras ferramentas do gênero.

O terceiro elemento do JIT é o fluxo puxado. Contrário ao fluxo empurrado, puxar significa não processar até que o processo posterior peça por mais material. Está intimamente ligado ao conceito de cliente, em que cada processo é cliente do processo anterior. Desta forma, a atividade de puxar inicia-se no cliente final, que puxa a demanda. Os processos vão, desta forma, puxando o material continuamente do processo anterior até o início do ciclo produtivo, em sentido inverso ao fluxo de material. A idéia é reduzir o estoque em processo, produzindo para demanda e não para estoque.

A ferramenta mais conhecida para puxar, neste caso, é o *kanban*, que em japonês significa sinal visual. Mais conhecido na forma de um cartão, o *kanban* possui inúmeras variantes. Pode ser acionado também por meio de uma placa, vasilhame vazio, sinal luminoso, marcações no piso, além do próprio cartão. É fundamental dimensionar a quantidade correta de *kanbans*, para que seja possível controlar a quantidade de material em processo de cada estação de trabalho, sem que ocorram paradas por falta de material ou excesso de estoque nos “supermercados”.

MOURA (1989) enumera as funções do *kanban*:

- Aciona o processo de fabricação anterior somente quando necessário;
- Não permite a produção para estoque com previsões futuras;
- Paralisa a linha quando surgem problemas não solucionados;
- Permite o controle visual do andamento do processo;
- É acionado pelo próprio operador;
- Garante a distribuição programada das ordens de serviço;
- Evita o excesso ou a falta de produção/entrega de peças;
- Controla o inventário;
- Permite descobrir e solucionar as fraquezas dos processos;
- Facilita a produção de peças com base em lotes pequenos;
- Possibilita a entrega de peças de acordo com o consumo;
- Identifica as peças.

A figura 2.6 mostra um exemplo de “supermercado” com reposição através de cartões *kanban*.



**Figura 2.6:** Supermercado com reposição feita através de *kanban*. Note os cartões *kanban* de requisição presos aos contentores plásticos (MOURA, 1989)

LIKER (2005) destaca que *kanban* é um sistema organizado de estoques, e estoque significa perda, seja em um sistema empurrado, seja em um sistema puxado. *Kanban* é algo que deve ser eliminado, e não um motivo de orgulho. É necessário sempre lembrar que o objetivo ideal do STP é eliminar completamente o material em processo, o que significa eliminar os “supermercados” intermediários e por consequência os *kanbans*. O desafio é, portanto, reduzir constantemente o número de *kanbans*, sempre idealizando a quantidade zero.

Em um Centro de Distribuição de peças automotivas encontram-se inúmeras oportunidades de se migrar de um fluxo em lotes para um fluxo JIT. As oportunidades de se criar um fluxo unitário e células de produção são mais evidentes em atividades de embalagem e montagem de kits. Um dos grandes desafios de uma operação de distribuição é criar um armazém puxado, ou seja, a expedição de materiais deve puxar a separação de pedidos ao longo do dia, criando rotas de distribuição que são despachadas de maneira cadenciada. Isso evita o acúmulo de materiais nas docas de expedição e a separação de materiais com muita antecipação. Além disso, cria um ambiente estabilizado (base do *Lean*) o que aumenta a eficiência dos funcionários, pois trabalharão de maneira uniforme ao longo do dia.

### **2.1.2.3. O Pilar “Autonomação” da Casa do STP**

Autonomação, ou em japonês *jidoka*, está intimamente ligado à questão da qualidade assegurada, e para isso conta com diversos mecanismos que têm a finalidade de embutir a qualidade dentro dos processos, ao invés de criar controles de qualidade que irão inspecionar as peças no fim do processo produtivo, a fim de segregar aquelas que precisam ser levadas para retrabalho ou reparo.

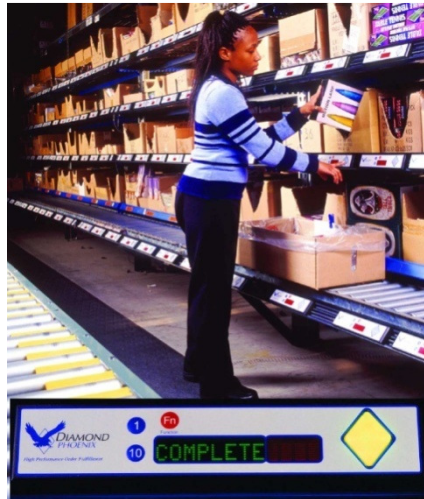
O termo *jidoka* em si significa interromper o processo sempre que algum problema aparece, para assim aumentar a qualidade. Contrariamente à produção em massa, que prioriza a produção de grandes quantidades de peças e envio posterior daquelas defeituosas para reparo, o STP conta com o sistema *andon*. *Andon* é um sistema simples, no qual a linha de produção ou estações de montagem são dotadas de cordas ou botões, de forma que todos os membros da equipe têm a responsabilidade acioná-los a fim de parar a linha de montagem sempre que verem algo fora do padrão. O sistema *andon* possui um sistema de sinalização visual (luzes) e sonoro (alarme), que tem a finalidade de indicar a necessidade de ajuda para solucionar o problema, criando assim um senso de urgência e de responsabilidade que atinge toda a equipe. Desta forma, os problemas são imediatamente solucionados, ao invés de se acumularem e gerarem enormes quantidades de retrabalho posterior para reparo. A Toyota

aprendeu que mesmo com paradas de produção ocasionais para solucionar os problemas, trazer os problemas à tona e resolvê-los quando ocorrem são procedimentos que eliminam as perdas e aumentam a produtividade.

Outra ferramenta utilizada para embutir a qualidade dentro dos processos é o *poka yoke*. Em japonês, poderia ser traduzido como “a prova de erros”. Trata-se de dispositivos criativos que têm a finalidade de verificar, na própria estação de trabalho, se a atividade foi realizada corretamente, impedindo assim que uma peça defeituosa ou com algum problema de montagem seja enviada para o processo seguinte. Desta forma, atua-se imediatamente sobre o processo para corrigir a falha, evitando-se que ela passe adiante. Estes dispositivos *poka yoke* existem em maior ou menor grau de tecnologia. Podem ser encontrados na forma de sensores, fotocélulas, ou então na forma de gabaritos ou fôrmas. Dispositivos *poka yoke* podem ser aplicados em diversos tipos de atividade, inclusive em operações logísticas. Por exemplo, dispositivos *pick-to-light*, nos quais uma luz acende nas estantes de armazenagem indicando ao operador quais materiais devem ser separados para determinado pedido, são um exemplo de *poka yoke* usado em logística (ver figura 2.7). Outro exemplo são sistemas inteligentes que comparam o peso teórico de um material que será expedido com o peso real indicado numa balança. Caso haja uma divergência maior que a tolerância permitida, o material é enviado para análise, pois provavelmente foi separado incorretamente ou na quantidade errada, evitando assim que seja expedido indevidamente para o consumidor final, gerando futuras reclamações e retrabalho. Outros exemplos podem ser encontrados, como gabaritos que indicam quais tipos de embalagem devem ser utilizados para certos materiais, e outros que podem inclusive envolver mais tecnologia.

O próprio trabalho padronizado é uma solução para problemas de qualidade. Instruções de trabalho ilustradas com os detalhes do processo devem estar afixadas nas estações ou locais de trabalho, e revisadas sempre que um problema ocorrer, assegurando que todos os passos foram seguidos, para então analisar se é necessária alguma mudança ou não.





**Figura 2.7:** Sistemas *pick-to-light*, um tipo de *poka yoke* que busca eliminar os erros no momento da separação de materiais (fonte: site do fornecedor na internet - [www.diamondphoenix.com](http://www.diamondphoenix.com))

#### 2.1.2.4. Os Outros Elementos da Casa do STP

O telhado da casa representa os objetivos do STP. Eles são:

- Melhor qualidade: obtido principalmente através dos princípios da Automação – embutir a qualidade dentro dos processos. Além disso, a produção unitária do *Just-In-Time* e a padronização dos processos na base são elementos que colaboram para obtenção de níveis superiores de qualidade.
- Menor custo: os ganhos de produtividade dão-se principalmente através da aplicação dos conceitos de produção unitária, contínua e puxada do JIT, bem como através da melhoria contínua dos processos buscando a eliminação dos desperdícios.
- Menor *lead-time*: como já descrito anteriormente, uma das grandes vantagens do *Just-In-Time* é a redução do *lead-time* (ou tempo de atravessamento). Isto se traduz em atendimentos mais rápidos ao cliente, e menor quantidade de estoques em processo, bem como uma diminuição dos desperdícios relacionados à manutenção desses estoques.
- Mais segurança: o STP, através de seus conceitos básicos de gerenciamento visual, 5S (limpeza e organização do local de trabalho) e eliminação dos desperdícios, tem como principal objetivo a segurança dos trabalhadores. LIKER (2005) destaca que a Toyota jamais sacrificaria a segurança dos



trabalhadores em nome da produção, pois a eliminação das perdas não implica na criação de procedimentos de trabalho estressantes e inseguros.

- Moral alto: o STP está relacionado principalmente ao aproveitamento da criatividade e da capacidade intelectual das pessoas para o aprimoramento do produto e melhoria contínua das operações. Isto contribui para o desenvolvimento de pessoas motivadas e comprometidas com a organização, uma vez que a eliminação dos desperdícios não significa desligamento de pessoal, mas sim a criação de um círculo virtuoso de melhorias.

Dentro da casa estão as pessoas, porque somente através da melhoria contínua a operação pode chegar à estabilidade necessária. Torna-se necessário, portanto, a criação de um time capacitado e treinado para identificar as perdas e eliminar os problemas pela raiz, perguntando-se repetidamente qual é a causa desses problemas. A solução de problemas está nesse lugar para que se veja o que realmente está ocorrendo. É o famoso conceito de *genchi genbutsu* da Toyota, que significa ir e ver *in loco* para compreender exatamente a situação.

## **2.2. Princípios da Operação de Armazenagem**

### **2.2.1. Introdução**

Ao se focar a atenção sobre o canal de suprimentos ou distribuição das empresas, percebe-se que oportunidades de ganho encontram-se atualmente na esfera da administração de materiais, sendo que o setor de armazenagem é o que oferece as economias mais significativas (MOURA, 1997).

Nota-se que os estoques, tanto de matéria prima quanto de produtos acabados, representam obviamente uma imobilização do capital da empresa. Entretanto, a razão de existência dos mesmos pode ser sintetizada pela necessidade de estabelecer a continuidade dos ciclos produtivos e distributivos, proporcionando um serviço oportuno e eficiente ao consumidor. O objetivo de se reduzir estoques requer a solução de uma série de problemas complexos. A não-solução destes problemas implica que as mercadorias, sejam elas matérias primas ou produtos acabados, sejam armazenadas em certas quantidades durante certo tempo. Estes problemas podem ser sintetizados em:

- Instabilidade em longo prazo dos mercados;
- Ciclos de produção de distribuição desorganizados e muito variáveis;
- Competência comercial dificilmente previsível.

### 2.2.2. Atividades de Armazenagem

MOURA (1997) define a armazenagem como o conjunto de atividades desenvolvidas em mercadorias que devam ser movimentadas e conservadas, destinadas ao cumprimento dos fins produtivos e comerciais previstos no ciclo operacional da empresa. A função de armazenagem de matérias-primas e produtos acabados compreende diversas etapas que ocorrem na instalação física do armazém. Estas etapas são: recebimento (descarga), identificação e classificação, conferência (qualitativa e quantitativa), endereçamento para estoque, estocagem, separação de pedidos (*picking*), embalagem e expedição. A armazenagem também compreende o desenvolvimento das diferentes técnicas de contabilidade e inventário, que assumem particular importância pelo fato de permitirem o controle rigoroso da situação do armazém. Pode-se, portanto, dividir um armazém em processos de entrada, processos de estocagem e processos de saída. Por outro lado, pode-se também dividir os processos em atividades físicas (aquelas relacionadas à movimentação dos materiais propriamente dita) e procedimentos burocráticos (aqueles relacionados aos controles inerentes ao processo). A figura 2.8 ilustra estas funções de um armazém.

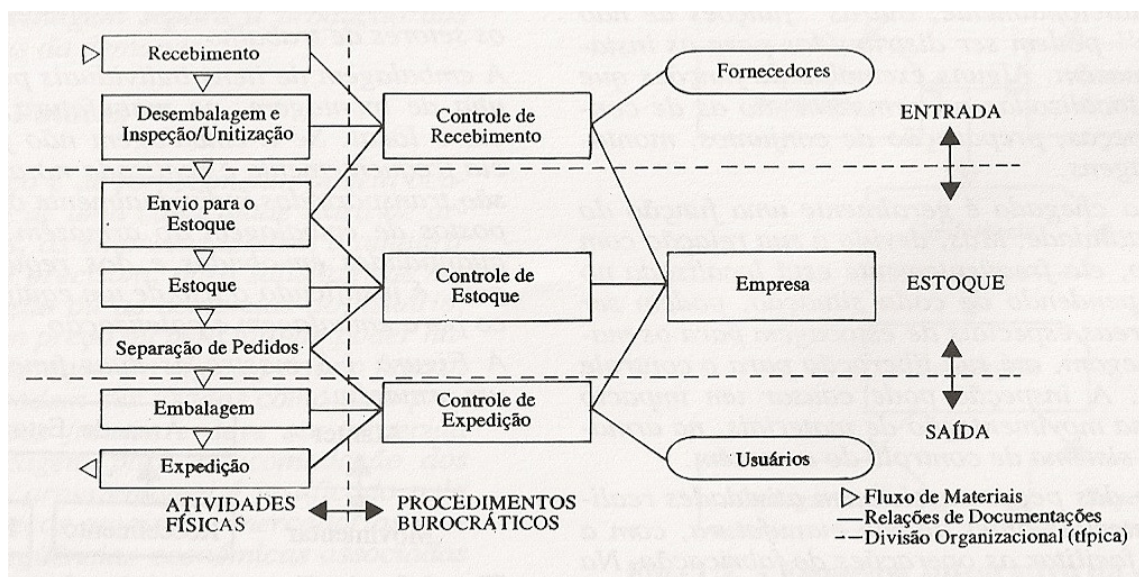


Figura 2.8: Principais funções de um armazém (MOURA, 1997)

A instalação física de um armazém, os meios de movimentação (empilhadeiras, paleteiras, separadores de pedido, transelevadores, etc.) e estocagem de materiais (porta-pallets, estantes, mezaninos, racks, etc.), e a tecnologia empregada de controle e planejamento operacional (sistemas WMS – Sistema de Gestão de Armazéns, leitores código de barra, etc.), devem ser cuidadosamente planejadas para se obter os seguintes requisitos:

- Melhor aproveitamento do espaço disponível para armazenagem;
- Obtenção de instalações melhor adaptadas ao tipo de material armazenado e suas necessidades de movimentação;
- Menor quantidade de movimentação e estocagens intermediárias de materiais;
- Redução, ao máximo possível, dos registros contábeis correspondentes aos movimentos físicos, sem comprometer a precisão dos controles de inventário.

A figura 2.9 mostra de forma esquemática o *layout* de um armazém e como seus principais processos se localizam no mesmo, bem como o fluxo de materiais entre estes processos.

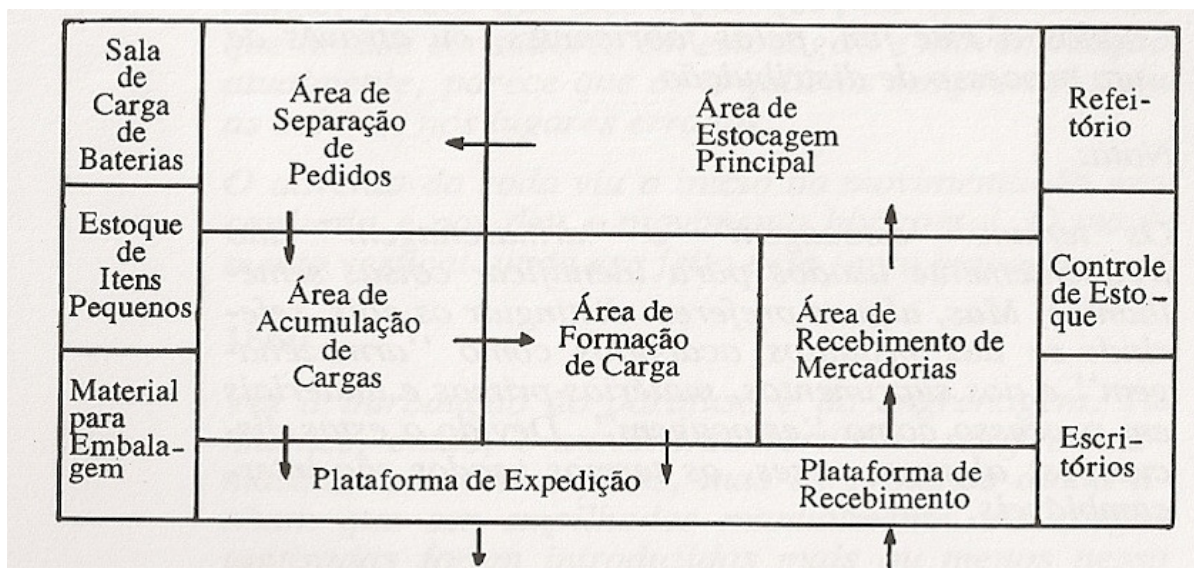


Figura 2.9: Esquema de um armazém e fluxo de materiais entre os processos principais (MOURA, 1997)

### 2.2.2.1. Processos de Entrada

Os processos de entrada se iniciam quando o veículo é liberado para descarregar o material que está destinado ao Centro de Distribuição. Em seguida, faz-se a conferência do mesmo, através de contagem ou pesagem, de forma que o resultado é então comparado com o

documento de transporte. Nesta etapa, podem ser feitas análises de qualidade, normalmente através de amostragem. Quanto à sua origem, os recebimentos podem ser classificados em:

- Importação;
- Transferência entre fábricas, armazéns ou Centros de Distribuição;
- Transferências provenientes de terceiros;
- Devolução de clientes.

Se os materiais forem provenientes de uma planta própria, podem não ser necessárias análises de qualidade ou checagem de quantidades. Caso os materiais sejam provenientes de terceiros, os produtos são analisados conforme acordo pré-estabelecido entre fornecedor e cliente. A checagem das quantidades é normalmente feita através da contagem de peças recebidas. Em casos em que o volume recebido é bastante elevado, é feita apenas uma comparação entre o documento de entrada e a quantidade especificada nas etiquetas dos volumes.

BERTAGLIA (2009) enfatiza que o recebimento de produtos exerce papel fundamental na atualização dos estoques. A atividade de receber os produtos no armazém está relacionada à análise de qualidade, definição do local detalhado da armazenagem conforme critérios e regras estabelecidas pela empresa e checagem da quantidade.

Conforme cita MOURA (1997), as atividades de recebimento freqüentemente incluem operações de devolução de contentores, carrinhos ou produtos rejeitados por motivos de qualidade ou excesso de programação.

BERTAGLIA (2009) ainda elenca algumas práticas de negócio que objetivam maior eficiência das atividades de recebimento:

- Utilização de códigos de barra para identificação do produto e especificação do local de armazenagem;
- Utilização de conceitos de localização dinâmica baseados em controle de lote, rotatividade e qualidade. Entende-se por localização dinâmica o princípio de se armazenar os materiais onde existam locações vazias, a partir de critérios como a tipologia e rotatividade destes materiais. Isto normalmente é feito de forma automática com o auxílio de sistemas WMS (*Warehouse Management System*, ou Sistema de Gestão de Armazéns);
- Integração entre planejamento, manufatura e distribuição para identificar situações de recebimento quando de transferência de fábrica ou terceiros;

- Troca eletrônica de informações com os fornecedores dos produtos, através de ASN (*Advanced Shipping Notice*, ou Aviso Prévio de Embarque). Assim, o cliente sabe de antemão quando uma carga é despachada pelo fornecedor em direção ao Centro de Distribuição, melhorando o planejamento dos estoques e reduzindo a burocracia do recebimento;
- Abastecimento do estoque em tempo real, utilizando a tecnologia da informação.

#### **2.2.2.2. Processos de Estocagem**

O processo de estocagem consiste em guardar os materiais para uso ou separação futura. Corresponde a retirar o produto da zona de recebimento e conferência, que normalmente são as docas e plataformas, e transferi-lo para o local apropriado, mantendo-o ali até que seja requerido. A estocagem consiste na aplicação de várias técnicas diferentes, como a definição do local interno, unitização, classificação ABC, controle de estoque e inventário físico.

##### **2.2.2.2.1. Definição do Local Interno**

DIAS (2009) cita dois critérios de localização do material no armazém: sistemas de estocagem fixo e livre.

No sistema de estocagem fixo, é determinado um número de áreas fixas de estocagem para um tipo de material, definindo-se assim que somente materiais deste tipo poderão ser alocados nos locais marcados. A vantagem deste método é sua simplicidade e a possibilidade de se controlar visualmente o nível do estoque de determinado produto. A sua desvantagem está no baixo aproveitamento da área disponível, uma vez que pode haver tanto falta ou excesso do material à medida que se verifica a flutuação natural dos níveis de estoque. No caso de falta do material, sua área ficará desocupada, sendo que poderia ser utilizada para a armazenagem de algum outro artigo que está em excesso. Os artigos em excesso, por sua vez, ficarão temporariamente alocados no “corredor” ou em outros espaços do armazém, até que sua área seja disponibilizada.

No sistema de estocagem livre, ou dinâmica, não existem locais fixos de armazenagem, a não ser para materiais especiais (como inflamáveis, gases, líquidos, “preciosos” ou de alto valor comercial, etc.). Os materiais vão ocupar os espaços vazios

disponíveis dentro do depósito. A vantagem deste sistema está no melhor aproveitamento das áreas disponíveis de estocagem. Seu inconveniente é o perfeito método de controle que deve existir sobre o endereçamento, sob o risco de gerar material em estoque perdido que somente será descoberto ao acaso ou na execução do inventário. O endereçamento dinâmico é mais bem realizado com o suporte de sistemas WMS (*Warehouse Management System*, ou Sistema de Gestão de Armazéns), que são capazes de apontar locações no estoque com base em critérios pré-determinados, como características físicas do produto, rotatividade, método de unitização, e outros.

#### 2.2.2.2. Unitização

De acordo com DIAS (2009), carga unitizada é “uma carga constituída de embalagens de transporte, arranjadas ou acondicionadas de modo que possibilite seu manuseio, transporte e armazenagem por meios mecânicos e como uma unidade”.

A carga unitizada permite, no âmbito do sistema de manuseio de materiais, uma maximização dos equipamentos de transporte, principalmente da empilhadeira de garfos, que torna-se com isso o mais importante equipamento de movimentação interna das empresas. Possibilita que os volumes sejam movimentados mecanicamente ao longo da cadeia de abastecimento, evitando-se manuseios desnecessários de carga fracionada.

São vários os dispositivos que permitem a formação de carga unitizada, sendo que o mais popular é o *pallet*. Consiste num estrado de madeira de dimensões padronizadas, de acordo com a aplicação e o país de origem. A figura 2.10 mostra um exemplo de *pallet*. Sobre o *pallet* as mercadorias são dispostas de diversas maneiras, a fim de conferir simultaneamente estabilidade e aproveitamento do espaço. A figura 2.11 mostra diferentes arranjos de mercadoria sobre os *pallets*.

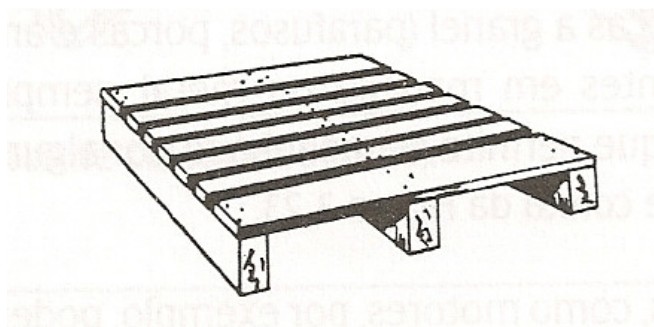


Figura 2.10: Exemplo de *pallet* de madeira (DIAS, 2009)





**Figura 2.11: Diferentes arranjos de mercadorias sobre *pallets* (DIAS, 2009)**

Apesar das diversas vantagens da unitização, BERTAGLIA (2009) enumera uma série de fatores que devem ser considerados para sua efetivação:

- Custo de unitização: ainda que seja possível fazê-la com equipamentos paletizadores, o processo é muitas vezes realizado manualmente;
- Custo de desunitização: dependendo da distância percorrida pelos caminhões e da disponibilidade dos veículos, é mais vantajoso acondicionar os volumes sem a utilização de *pallets*, aproveitando melhor o espaço interior dos caminhões. Além disso, a mão de obra barata existente no Brasil muitas vezes torna mais interessante a carga e descarga manual de materiais desunitizados.
- Investimento necessário em equipamentos, espaço, e com o próprio elemento unitizador;
- Tara do elemento unitizador;
- Não-uniformidade do elemento unitizador relacionado ao veículo que o transporta.

DIAS (2009) frisa que o *pallet*, entretanto, não é a única nem a melhor forma de portar materiais ou formar cargas unitárias. Além das cargas de formatos regulares, como caixas de

madeira ou papelão, existe a necessidade de outros tipos de recipientes. Se tratando de materiais a granel em grande quantidade, podem ser utilizados contentores de madeira, plástico ou metal, como caçambas, cestos metálicos, caixas plásticas e outros, sempre elaborados dentro do conceito inicial do *pallet*, ou seja, que possam ser apanhados por algum equipamento ou encaixados uns aos outros.

#### **2.2.2.2.3. Classificação ABC**

A curva ABC permite identificar os itens que justificam atenção e tratamento adequados quanto à sua administração. A curva ABC é obtida através da ordenação dos itens conforme sua importância relativa. Desta forma, os itens classe “A” seriam aqueles mais importantes que devem ser tratados com uma atenção especial pela administração. Os itens classe “B” são intermediários, enquanto os classe “C” são os menos importantes que requerem menos atenção.

Segundo MOURA (1997), a importância relativa dos itens do estoque pode estar relacionada às seguintes medidas:

- Venda anual, em termos de toneladas, *pallets*, volumes ou valor;
- Espaço ocupado;
- Número mensal/anual de coletas.

DIAS (2009) especifica que a curva ABC tem sido usada para a administração dos estoques, definição de política de vendas, estabelecimento de prioridades para programação da produção, e outros problemas. Além disso, a curva ABC pode ser utilizada para definir a localização dos produtos no estoque, de forma que os itens classe “A” estejam preferencialmente próximos à área de expedição, a fim de reduzir as distâncias durante a separação.

A curva ABC é elaborada através de um gráfico de Pareto, que pode ser obtido através dos seguintes passos:

- Listar todos os itens do estoque;
- Determinar as medidas típicas de cada item, de acordo com o que se queira medir;
- Classificar os itens em ordem decrescente da medida escolhida;



- Calcular os valores acumulados e o percentual destes valores acumulados sobre o total da medida escolhida;
- Fazer o gráfico de pareto, sendo as barras o valor da medida escolhida, e a linha o percentual acumulado da mesma medida. Em um pareto típico, 20% dos itens irão representar 80% da medida, mas isto não é uma regra. Estes 20% serão os itens classe “A”. Em seguida, teremos aproximadamente 30% dos itens, que representarão 15% da medida. Estes serão os itens classe “B”. Os 50% dos itens restantes serão classe “C”, pois representarão algo em torno de 5% da medida escolhida.

A figura 2.12 mostra um exemplo de análise ABC do consumo anual dos itens de um estoque em termos de valor (US\$/ano). Neste exemplo, 20% dos itens do estoque correspondem a 67% do valor consumido.

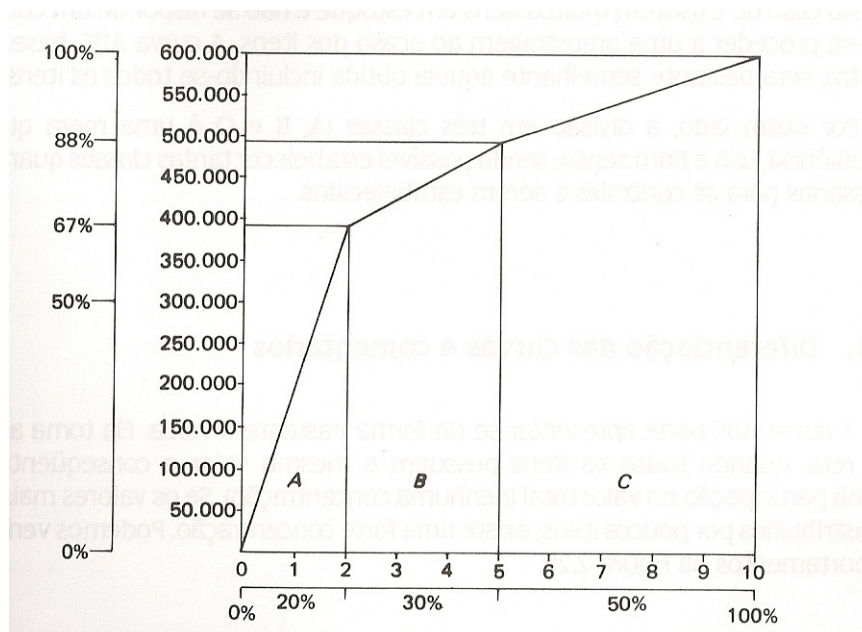


Figura 2.12: Curva ABC de um estoque em termos do valor anual consumido (DIAS, 2009)

#### 2.2.2.2.4. Controle de Estoque

O controle de estoque refere-se à manutenção do nível correto de estoque e registro de sua movimentação. Lida, principalmente, com dados históricos. Esta não é uma atividade sequencial, uma vez que toda movimentação de entrada ou saída, interna ou externa, deve ser registrada.

Geralmente, um WMS precisa ser ligado com um sistema de controle do inventário, mas o contrário não é verdadeiro. No nível dos dispositivos, temos os *hardwares*, que fornecem a interface entre o armazém físico e o software. A armazenagem é principalmente relacionada ao controle físico de produtos e materiais, mas é fundamental que fluxos de materiais e informações andem sempre de mãos dadas.

Um bom controle de estoque requer que as informações relativas a cada material sejam controladas, a fim de diferenciar cada item e acompanhar seu progresso através do armazém. Segundo MOURA (1997), estas informações podem ser subdivididas em três grupos:

- Informações fixas: código do produto, número do lote, tamanho, peso, tipo de contendor, quantidade mínima de separação, lógica de armazenagem (FIFO, LIFO, etc.), zona ou área preferida do armazém, etc.;
- Informações variáveis – dados dinâmicos que podem mudar após um dia de trabalho: número seqüencial do *pallet*, endereço do *pallet*, quantidade de SKU's em cada local, condição da carga (em quarentena, disponível, etc.), validade do produto, etc.;
- Informações derivadas – determinadas pela análise das informações fixas e variáveis: taxa de movimentação do SKU, discrepâncias de estoque, utilização do espaço no estoque, produtividade do operador, etc.

#### **2.2.2.2.5. Inventário Físico**

Uma das funções da administração de materiais de uma empresa é a precisão nos registros de estoques, e por isso toda movimentação deve ser registrada através dos controles adequados. Entretanto, essa operação de controle de estoques pode ir de encontro aos objetivos de custo e de serviços pretendidos pela administração da empresa.

Sendo assim, DIAS (2009) aponta que uma empresa deve periodicamente efetuar contagens físicas de seus itens de estoque e produtos em processo para verificar:

- Discrepâncias em valor, entre o estoque físico e o estoque contábil;
- Discrepâncias entre os registros contábeis e físicos (quantidade real na prateleira);

- Apuração do valor do estoque para efeito de balanços ou balancetes. Neste caso, tipicamente o inventário é realizado próximo ao encerramento do ano fiscal.

Os inventários podem ser basicamente de dois tipos: inventários gerais e rotativos (ou cíclicos).

Os inventários gerais são aqueles efetuados ao final do exercício, e que abrangem todos os itens do estoque de uma só vez. É um processo de duração relativamente prolongada e que requer a interrupção de outras tarefas. Consiste numa atividade crítica que demanda um planejamento apurado: definição e convocação dos funcionários envolvidos, treinamento, fornecimento dos meios de registro de qualidade e quantidade e sua atualização, re-análise da arrumação física, e outros itens.

Os inventários rotativos, ou cíclicos, visam distribuir as contagens ao longo do ano, com maior frequência, porém com quantidade menor de itens por mês. Neste método, um número selecionado de itens é contado diariamente, normalmente por SKU, o que permite contabilizar a quantidade de contagens feita para certo item anualmente. Alternativamente, a contagem pode ser feita não por SKU, mas por localização. Os registros são mantidos para se assegurar que cada item é contado ao menos uma vez por ano. As discrepâncias encontradas são imediatamente solucionadas e os ajustes feitos como adequado.

#### **2.2.2.3. Processos de Saída**

Pode-se dividir os processos de saída de um Centro de Distribuição em três atividades principais: consolidação dos pedidos, separação dos produtos e carregamento dos veículos.

##### **2.2.2.3.1 Consolidação dos Pedidos**

Consiste no agrupamento de pedidos com base em critérios diversos, como: características do produto, rotas de entrega, datas requeridas ou localização dos clientes. O objetivo da consolidação de pedidos é um melhor aproveitamento do transporte e um aumento da eficiência das operações de armazém, mais especificamente as de separação.

BERTAGLIA (2009) frisa que “a consolidação de pedidos é uma prática importante para a redução dos custos logísticos”, e considera três formas diferentes de consolidação:

- Por cliente: significa que todas as solicitações de um cliente específico serão agrupadas e atendidas independentemente da quantidade de linhas de pedido e produtos solicitados;
- Por produto: soma itens comuns existentes em diferentes pedidos, tornando mais eficiente a atividade de separação, pois a locação do estoque é visitada apenas uma vez;
- Por frete: agrupa pedidos referentes à mesma rota de transporte.

MOURA (1997) aborda os métodos de consolidação de pedidos de forma ligeiramente diferente: de forma descontínua ou em lotes.

- Descontínua: similar à consolidação “por cliente”, objetiva concluir um pedido à medida que o separador passa pelos pontos do estoque para montá-lo. Sua principal vantagem é a rapidez para conclusão de um pedido e a não-necessidade de re-movimentação, separação e embalagem de pedidos misturados. Sua desvantagem mais significativa é exigir que o separador percorra o armazém por completo para a separação dos os itens contidos em um pedido, diminuindo a eficiência do *picking*.
- Em lotes: similar à consolidação “por produto”, visa agrupar a quantidade total de cada item individual, contidos em um grupo de pedidos diversos. Em uma área de acumulação, os lotes são reorganizados nas quantidades de cada pedido. De modo oposto à consolidação “descontínua”, sua vantagem está no melhor aproveitamento do percurso efetuado pelo separador no armazém. Sua desvantagem é a necessidade de uma área de acumulação e montagem dos pedidos, aumentando o tempo total de processamento (*lead-time*) e facilitando a ocorrência de erros.

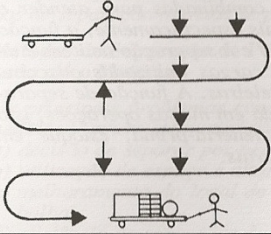
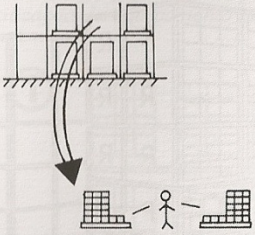
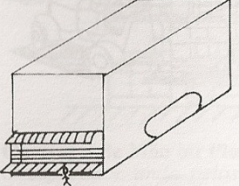
#### **2.2.2.3.2 Separação dos Produtos**

A separação dos produtos consiste numa série de atividades que vai desde a retirada dos produtos demandados do estoque até sua disponibilização em determinado local para posterior carregamento. Considera-se que para a separação, os pedidos já estejam devidamente consolidados e sua disponibilidade em estoque já tenha sido verificada.

Segundo BERTAGLIA (2009), existem aplicações informáticas no mercado que visam aprimorar as rotas de separação por meio de simulação dinâmica, utilizando-se para isso variados algoritmos que consideram as distâncias, layout do armazém, equipamentos, velocidades de movimentação, característica dos produtos (volume, peso, etc.).

Um elemento básico no sistema de separação é saber onde localizar o produto que será separado. A localização do estoque é um fator crítico, pois o custo da separação será proporcional ao percurso percorrido pelo separador. A localização pode ser fixa ou dinâmica. O percurso a ser feito pelo separador está diretamente relacionado a uma dessas metodologias de alocação no estoque.

De acordo com MOURA (1997), existem três maneiras de se organizar a separação de pedidos: interna (homem vai até o material), externa (material vai até o homem), e combinada. A primeira é a mais comum, indicada quando se há condições difíceis de separação (quantidade grande de SKU's, muitos pedidos, etc.). A segunda é mais recomendada para condições em que há muito volume de separação, porém com poucos SKU's. A combinada por sua vez é mais indicada para pequenos itens. A figura 2.13 resume esses diferentes tipos de organização da separação.

ALTERNATIVA	DESCRIÇÃO	EXEMPLO	OBSERVAÇÕES
1. Interna (humana com palete)	O separador movimenta-se através de armazenagem e recolhe os itens desejados. Isto é, o homem se move até onde os artigos se encontram.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• É o método mais comum</li> <li>• Grande distância a percorrer pelo separador</li> <li>• Geralmente, condições difíceis de separação</li> </ul>
2. Externa (paleta para o homem)	A unidade contendo o item é movida até uma zona de separação e depois devolvida. Isto é, o item movimenta-se até o homem.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• O local fixo de trabalho pode ser arranjado eficientemente com um equipamento de separação automática</li> <li>• Muito movimento das unidades entre a zona de separação e a área de estocagem</li> </ul>
3. Combinação (movimentação de ambos)	Os artigos são movidos até uma área de separação, dentro da qual o homem move-se.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geralmente limitada a pequenos itens</li> <li>• Estas "máquinas de estocagem" economizam tempo e espaço</li> </ul>

**Figura 2.13: Três métodos básicos de organizar a separação de pedidos (MOURA, 1997)**

MOURA (1997) classifica em três os tipos de separação física dos produtos no estoque:

- Manual: utiliza carrinhos ou paleteiras, que são empurrados ao longo da linha de separação e carregados manualmente;
- Motorizado: utiliza veículos como empilhadeiras, separadores de pedido ou outros para transportar e elevar a carga ou o empregado do armazém ao longo do percurso de separação. No caso dos separadores de pedido, os produtos são carregados manualmente pelo operador.
- Automático: utiliza um computador para levar o operário ou um veículo de separação até a posição desejada. Os chamados transelevadores são sistemas completamente automáticos que dispensam o uso de operador, e possibilitam o máximo de encurtamento dos corredores, e conseqüentemente aumentam o aproveitamento do espaço útil do armazém.

#### **2.2.2.3.3 Carregamento dos Veículos**

Trata-se de colocar o produto no veículo conforme os pedidos previamente gerados com base nos pedidos dos clientes. O carregamento, portanto, é influenciado por diversos fatores:

- Tipo do material a carregar: paletizados, a granel (caixas soltas), líquidos, gases, grãos, etc. Podem requerer carregamento manual ou através de equipamentos (empilhadeiras, silos, bombas, etc.).
- Infra-estrutura para carregamento: docas baixas ou suspensas, plataformas, empilhadeiras, paleteiras, etc.
- Características do veículo carregado: O carregamento de diferentes modais de transporte (caminhão, trem, avião) requer equipamentos e métodos particulares para sua execução. No caso do carregamento de caminhões, propõe-se o carregamento na ordem seqüencial inversa das paradas nos clientes, facilitando, portanto, sua descarga.

Fazem parte do carregamento dos veículos os processos de geração de documentos de transporte. BERTAGLIA (2009) menciona que “a geração de documentos é uma atividade

necessária, entretanto as empresas devem reduzir o nível de burocracia, revendo seus processos e enfatizando as atividades de valor agregado”.

Os documentos que normalmente devem ser gerados são os CTRC's (conhecimentos de transporte), notas fiscais, liberações, ASN (*Advanced Shipping Notice*), etc.

### 2.2.3. Sistemas de Estocagem

MOURA (1997) ressalta que “para ser eficiente – e isto quer dizer econômico – um sistema de estocagem deve relatar bem mais de perto não somente o que diz respeito aos produtos que terá que manter, mas também ao meio ambiente, à equipe de trabalho, à disposição dos itens, à identificação dos métodos e a dezenas de outros fatores”. Já foi provado que a estocagem planejada e a movimentação rápida e eficiente das mercadorias é um elo vital na operação de marketing/produção.

De acordo com DIAS (2009), “a eficiência de um sistema para estocagem de cargas e o capital necessário dependem da escolha adequada do sistema. Não há uma fórmula pré-fabricada: o sistema de almoxarifado deve ser adaptado às condições específicas da armazenagem e da organização”.

A definição do *layout* de um armazém decorre de inúmeros fatores, presentes desde a fase inicial do projeto até sua operacionalização. Pode-se citar: seleção do local, topografia do terreno, localização de equipamentos e estações de trabalho, seleção dos equipamentos de transporte e movimentação de materiais, etc. O volume de atendimento e os tipos de produtos e embalagens a serem estocados, bem como o tamanho do estoque e os processos inerentes, são os principais parâmetros a serem considerados ao se elaborar um projeto de armazém, sempre com a finalidade de cercar o projeto de todas as condições que possibilitem uma operação no ponto ótimo de economia e rendimento. DIAS (2009) afirma que “o almoxarifado está diretamente ligado à movimentação ou transporte interno de cargas, e não se pode separá-lo”.

Além disso, certo *layout* pode sofrer alterações periódicas à medida que métodos, processos, equipamentos, e até mesmo mudança dos produtos sofrem alterações de ordem mercadológica ou tecnológica.

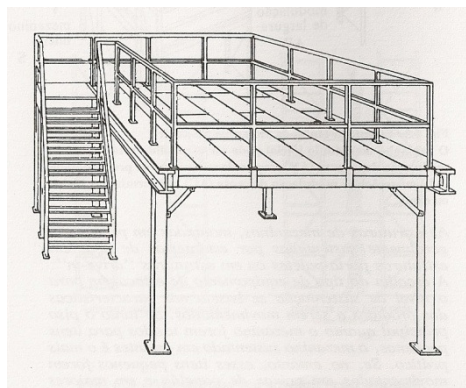
Dentro deste contexto, definem-se os métodos e sistemas de estocagem de materiais, sendo que os mais comuns são:

- Caixas: adequadas para itens de pequenas dimensões, plásticas ou metálicas, possuem tamanhos padronizados e possuem grande aplicação não somente na

armazenagem, mas também em linhas de produção. A utilização de caixas plásticas para armazenagem faz necessário o uso de estantes ou mezaninos (plataformas, normalmente desmontáveis, de dois ou mais andares, utilizada para aumentar a área útil de armazenagem). A figura 2.14 mostra um exemplo de mezanino;

- Prateleiras: fabricadas em madeira ou perfis metálicos, destinando-se a peças maiores ou para apoio de *pallets* ou caixas padronizadas. Também conhecido como porta-pallet, sua grande vantagem é o aproveitamento do espaço vertical do armazém. A figura 2.15 mostra um exemplo de porta-pallet. Em alguns casos utiliza-se a própria estrutura do porta-pallet como a “estrutura do edifício”. São os chamados “armazéns autoportantes”, ou seja, constrói-se a estrutura de porta-pallets de estocagem e recobre-se lateralmente e no forro. Com isto chegou-se a depósitos com até 30 metros de altura (DIAS, 2009).
- Racks: estruturas que permitem a acomodação de peças longas e estreitas, como tubos, barras, tiras, e também de pneus, bobinas, etc.
- Empilhamento: uma variante da armazenagem de caixas, pois eliminam a necessidade de prateleiras, de forma que as próprias caixas se empilham formando uma prateleira por si só.

A escolha do porta-pallet é função de variados parâmetros, como: tamanho considerado do *pallet*, de qual lado o *pallet* será manuseado, peso da carga, unidades por longarina, altura do *pallet* (e conseqüentemente quantidade de andares), equipamento usado na movimentação (e portanto altura a ser alcançada), pé direito (altura) do armazém, etc.



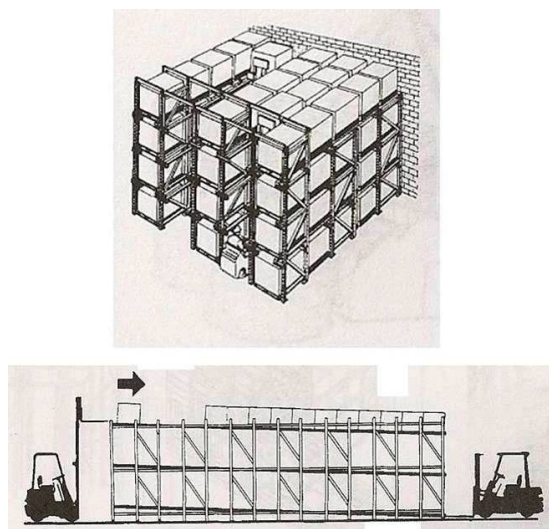
**Figura 2.14: Exemplo de mezanino, que pode ser utilizado para armazenagem nos dois andares, aproveitando o espaço vertical (MOURA, 1997)**





**Figura 2.15:** Exemplo de porta-pallet (fonte: [www.cssyes.com](http://www.cssyes.com))

Outros sistemas, como o *drive-in* e *drive-through*, possibilitam o barateamento do custo de armazenagem, pois possibilitam um grande aproveitamento do espaço quando se estoca um pequeno número de itens em grande quantidade. Trata-se de estruturas pelas quais um *pallet* ou volume é inserido num “túnel”, e retirado do mesmo lado (*drive-in*) ou do lado oposto (*drive-through*). Sistemas de roletes e o aproveitamento da força gravitacional podem ser usados, fazendo com que os volumes se movimentem por esses “túneis”. No caso do *drive-in*, como o volume é colocado e retirado no mesmo lado, não é possível a aplicação do FIFO, o que não é um problema quando não há esse requerimento. A figura 2.16 mostra exemplos de *drive-in* e *drive-through*.



**Figura 2.16:** Sistemas *drive-in* (acima) e *drive-through* (abaixo) de armazenagem (MOURA, 2000).

Outra forma de se obter o máximo de aproveitamento dos espaços é a utilização de estantes moveáveis, como um chassi sobre rodas movendo-se sobre trilhos. Neste caso, o estoque é compactado ao máximo, e existe apenas um espaço livre entre as estantes. Para se atingir uma determinada posição, desloca-se as estantes que estão entre o vão aberto no momento e a face da estante desejada. Seu inconveniente é o tempo necessário para o deslocamento das estantes, por isso tal sistema é recomendado para situações de baixa rotatividade de estoque.

#### **2.2.4. Movimentação de Materiais**

Sempre que se deseja manter um sistema de movimentação de materiais eficiente, devem-se levar em conta certas leis, conforme lista DIAS (2009):

- Obediência ao fluxo das operações: deseja-se sempre o arranjo linear dos processos, de forma que a trajetória dos materiais tenha a mesma disposição da sequência de operações.
- Mínima distância: um layout inteligente deve reduzir ao máximo as distâncias percorridas no armazém, aproximando os materiais e reduzindo os eventuais ziguezagues dos operadores;
- Mínima manipulação: evitar processos extras e movimentações desnecessárias. Além disso, o fluxo unitário e contínuo proporciona o mínimo de movimentação entre os processos ou “departamentos”, evitando-se também os acúmulos de materiais;
- Segurança e satisfação: a escolha do meio de movimentação adequado deve priorizar a segurança tanto dos operadores quanto do pessoal circulante;
- Padronização: utilizar equipamentos padronizados na medida do possível, a fim de se reduzir tanto os custos de aquisição quanto de manutenção;
- Flexibilidade: Deseja-se equipamentos capazes de operar com diversos tipos de carga e condições de trabalho variadas, entretanto, seu custo é proporcional a esta variabilidade;
- Máxima utilização do equipamento: o equipamento deve ser utilizado ao máximo, mas deve-se ter cuidado para evitar transportes desnecessários ou antecipados (o que gera acúmulos nos terminais do ciclo de transporte) ou transporte morto (retornos vazios, etc.);

- Máxima utilização da gravidade: usar a gravidade o máximo possível para o abaixamento de cargas – ex.: escorregadores, roletes, rampas, etc.;
- Máxima utilização do espaço possível: empilhar cargas ou usar suportes especiais para tal, evitando-se, entretanto, a movimentação de lotes muito grandes, o que compromete o *lead-time*;
- Método alternativo: prever métodos alternativos para transporte, caso o meio principal falhe, criando o ambiente adequado para tal;
- Menor custo total: fazer uma análise de investimentos completa, considerando toda vida útil do veículo, ao invés de decidir-se imediatamente pelo equipamento de menor custo inicial.

Assim como no sistema de estocagem, o problema da movimentação de materiais deve ser analisado junto com o *layout*, e diversos parâmetros devem ser levados em consideração, como: produto a ser movimentado (características físicas e mecânicas, embalagem, etc.), edificação (corredores, espaço entre colunas, altura a ser alcançada, etc.), processos, custo da movimentação, tipo de energia necessária, capacitação do operador, etc. A flexibilidade do equipamento também adquire importância quando se pensa numa modificação futura do *layout* ou dos processos.

Os equipamentos de movimentação são classificados por DIAS (2009) em cinco grupos, de acordo com uma generalização geométrica e funcional:

- Transportadores: correias, esteiras, roletes, roscas ou correntes. São utilizados quando é necessário executar uma movimentação constante, uniforme e contínua entre dois pontos predeterminados. Podem ser utilizados para o transporte tanto de volumes quanto de produtos a granel. O problema dos transportadores é sua aplicação em operações onde não se existe um fluxo exatamente contínuo de produtos, se transformando num espaço para acúmulo de materiais;
- Guindastes, talhas, elevadores e pontes rolantes, ou sistemas de manuseio para áreas restritas. O mais significativo é a ponte rolante, que consiste numa viga suspensa sobre um vão livre, dotada de carrinhos que se movimentam sobre trilhos superiores. É utilizada para movimentação de cargas de grandes proporções e peso, onde existem restrições de espaço, como chapas, bobinas, equipamentos pesados, etc.;

- Veículos industriais: carrinhos diversos, empilhadeiras, tratores, rebocadores, paleteiras, etc. São os mais versáteis sistemas de manuseio entre pontos sem limites, sendo a empilhadeira o mais popular e o mais aplicado em operações de armazenagem;
- Equipamentos de posicionamento, pesagem e controle: são plataformas (fixas ou móveis), rampas, equipamentos de transferência, etc.;
- *Containers* e estruturas de suporte: vasos, tanques, suportes e plataformas, estrados, suportes para bobinas e equipamento auxiliar de embalagem.

As empilhadeiras são carros motorizados de elevação por garfos, e são utilizadas para movimentação, em fluxo intermitente, de materiais diversos e em percursos variáveis. Combinam transporte e elevação em um único equipamento. São versáteis, têm boa capacidade de carga e altura de elevação, e podem ser usadas com um grande número de acessórios que permitem a movimentação de uma ampla gama de produtos.

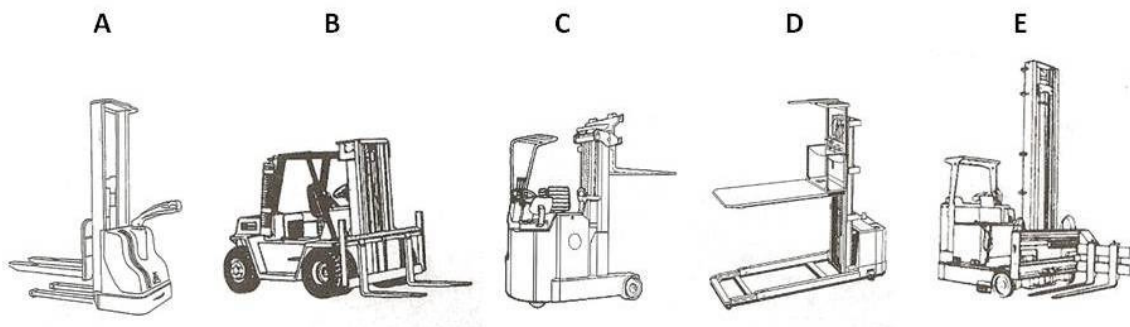
Podem ser divididas basicamente nos seguintes tipos:

- Empilhadeiras elétricas de operador a pé: constituem num meio termo entre as empilhadeiras motorizadas e as de deslocamento manual (paleteiras), pois o operador não é embarcado, entretanto o equipamento é motorizado e capaz de elevar cargas a alturas superiores às da paleteira;
- Empilhadeiras frontais a contrapeso: as mais utilizadas, são veículos industriais que apanham as cargas de frente e se reequilibram por meio do contrapeso, localizado na parte traseira, o que garante estabilidade no momento da elevação e transporte. Podem ser elétricas, a GLP, gasolina ou diesel. Podem atingir alturas de até 7 metros. Possuem capacidades de carga variada, sendo mais comum a de 2.500 kg, que necessita de um corredor de aproximadamente 3,7m. para manobras;
- Empilhadeiras elétricas de patola: é dotada de braços que se projetam para a parte inferior do equipamento, sendo possível aumentar a área da base de apoio, dispensando o contrapeso. O motor é elétrico, as rodas são de pequeno diâmetro e seu chassi é posicionado bem próximo do solo, o que confere mais estabilidade. Entretanto, requer um piso liso e regular. Algumas possuem mastro retrátil, que se desloca com a carga. Essas características permitem a operação em corredores estreitos (em torno de 2,5m.) e o alcance de grandes

alturas (até 12m.), tornando este equipamento conhecido como “empilhadeira de almoxarifado”.

- Empilhadeiras selecionadoras de pedidos: são veículos industriais autocarregadores equipados com uma plataforma de carga que se move na vertical com o operador embarcado. Podem operar em alturas de até 8m. e em corredores muito estreitos, da largura da empilhadeira. São muito utilizadas em armazéns para o apanhamento de produtos fracionados em grandes alturas;
- Empilhadeiras trilaterais: são empilhadeiras de patola nas quais o garfo move-se, além da elevação, no sentido horizontal, para colocar/retirar cargas das estruturas de estocagem. Por não haver necessidade de manobras, podem operar em corredores muito estreitos, de até 1,6m., em armazéns de alta densidade.

A figura 2.17 ilustra esses cinco tipos de empilhadeira.



**Figura 2.17: Principais tipos de empilhadeiras – empilhadeira elétrica de operador a pé (A), empilhadeira frontal a contrapeso (B), empilhadeira elétrica de patola (C), empilhadeira selecionadora de pedidos (D), empilhadeira trilateral (E). (MOURA, 2000)**

### CAPÍTULO 3 – FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS DE GESTÃO

Neste capítulo apresentam-se as ferramentas propostas para a implantação de *Lean Manufacturing* em operações de armazenagem e distribuição. Tais ferramentas são posteriormente aplicadas no estudo de caso do capítulo 4 deste trabalho.

Estas ferramentas são organizadas em três grandes grupos: ferramentas de diagnóstico, ferramentas de design e ferramentas de implantação.

As ferramentas de diagnóstico são utilizadas para mapear os processos, tornando possível um entendimento global da operação. Cada operação logística possui sua particularidade, e neste sentido torna-se fundamental que os processos e o fluxo de material e informações sejam compreendidos dentro do contexto geral do armazém. Neste aspecto, é também importante que os recursos empregados (mão-de-obra e equipamentos de movimentação) sejam identificados e relacionados aos seus respectivos processos.

Além disso, estas ferramentas permitem identificar onde estão os desperdícios e mensurá-los. Para isto torna-se necessário executar a observação em campo, que tem como principais objetivos:

- Mensurar o tempo-ciclo dos principais processos, obtendo assim a produtividade de cada um. Isto possibilita o planejamento futuro de recursos com base em uma determinada demanda. Possibilita também quantificar os desperdícios existentes em cada processo, separando-os nas categorias convenientes (esperas, movimentos, transportes, etc.). Além disso, a mensuração do tempo ciclo torna possível, após a implantação das melhorias, comparar os cenários “antes e depois”, a fim de se determinar qual foi o benefício obtido.
- Verificar se os processos estão padronizados, ou se cada um é executado conforme o funcionário que naquele momento o está desempenhando está acostumado. É claro visualizar esta situação quando se observa, em momentos distintos, diferentes funcionários desempenhando a mesma tarefa de maneiras diferentes. A despadronização de processos significa que a produtividade não é constante. Significa também que não há controle sobre os processos, de maneira que a sustentabilidade das melhorias a serem efetuadas torna-se mais complexa.
- Por último, e talvez o mais importante, a observação permite compreender claramente como são desempenhadas as tarefas, e ao mesmo tempo identificar

quais são os desperdícios envolvidos, por que ocorrem, e como combatê-los. É o princípio do *genchi genbutsu* do STP, que pode ser interpretado como “ir ao local para ver a verdadeira situação e compreendê-la”. O *genchi genbutsu* encontra-se dentro da casa do *Lean*, como ferramenta fundamental de identificação e eliminação dos desperdícios (ver figura 2.3). Em muitas organizações, as decisões são tomadas em níveis hierárquicos mais elevados, teorizando com base no que outras pessoas dizem ou em dados que são extraídos de um computador. A Toyota encoraja profundamente o exercício de observação para que os processos sejam melhorados diretamente de sua origem.

Em seguida temos as ferramentas de design, cujo objetivo é elaborar o cenário ideal com base nos princípios do STP, e ao mesmo tempo identificar quais são as restrições para se atingir este cenário, desenvolvendo e priorizando as idéias de melhoria obtidas.

Finalmente temos as ferramentas de implantação, que têm como finalidade garantir a sustentabilidade das melhorias, bem como garantir um ambiente de melhoria contínua na operação.

### **3.1. Ferramentas de Diagnóstico**

Um diagnóstico da situação atual de um armazém é fundamental para que se compreenda onde estão os desperdícios, o que irá possibilitar posteriormente vislumbrar maneiras de reduzi-los ou eliminá-los. Para isto, são utilizadas duas ferramentas principais: o MIFD (*Material and Information Flow Diagram*) e o OPE (*Overall Process Efficiency*), esta última gerada a partir das observações de campo.

#### **3.1.1. MIFD**

MIFD significa *Material and Information Flow Diagram*, ou Diagrama de Fluxo de Materiais e Informações. É uma sutil variante do VSM (*Value Stream Map*, ou Mapa do Fluxo de Valor), pois incorpora simbologias específicas de maior significância para operações logísticas. O diagrama é elaborado em uma única folha de papel, e fornece uma visão detalhada do fluxo de valor ao longo dos processos de um armazém e os problemas existentes no mesmo. Seus objetivos são:

- Possibilitar uma visão holística do sistema atual, mais do que simplesmente os processos individuais.
- Visualizar as interações entre materiais e informações.
- Visualizar como os processos interagem entre si e como os materiais fluem através deles. Possibilita entender onde estão os acúmulos de materiais (*work in process* - materiais em processo) ao longo da cadeia.
- Fornecer uma linguagem comum para tratar dos processos logísticos de armazém.
- Destacar os desperdícios ao longo do sistema e suas fontes. Identifica os problemas raiz relacionados a estes desperdícios.
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que possamos discuti-las.
- Integra conceitos e técnicas enxutas, evitando a implantação de algumas técnicas isoladamente.
- Forma a base para um plano de implantação, identificando a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

O MIFD é uma ferramenta padronizada. Para isto, conta com símbolos, princípios e formatação padrões que tem como objetivo prover uma linguagem comum que possibilite uma discussão objetiva sobre a situação atual de um armazém. A figura 3.1 mostra alguns símbolos pré-definidos para a técnica do MIFD.

Ao se elaborar um MIFD, deve-se atentar para o nível de detalhamento representado, que pode ser escolhido com base em quanto esforço e foco serão despendidos nas áreas problemáticas. A figura 3.2 mostra um exemplo de MIFD.



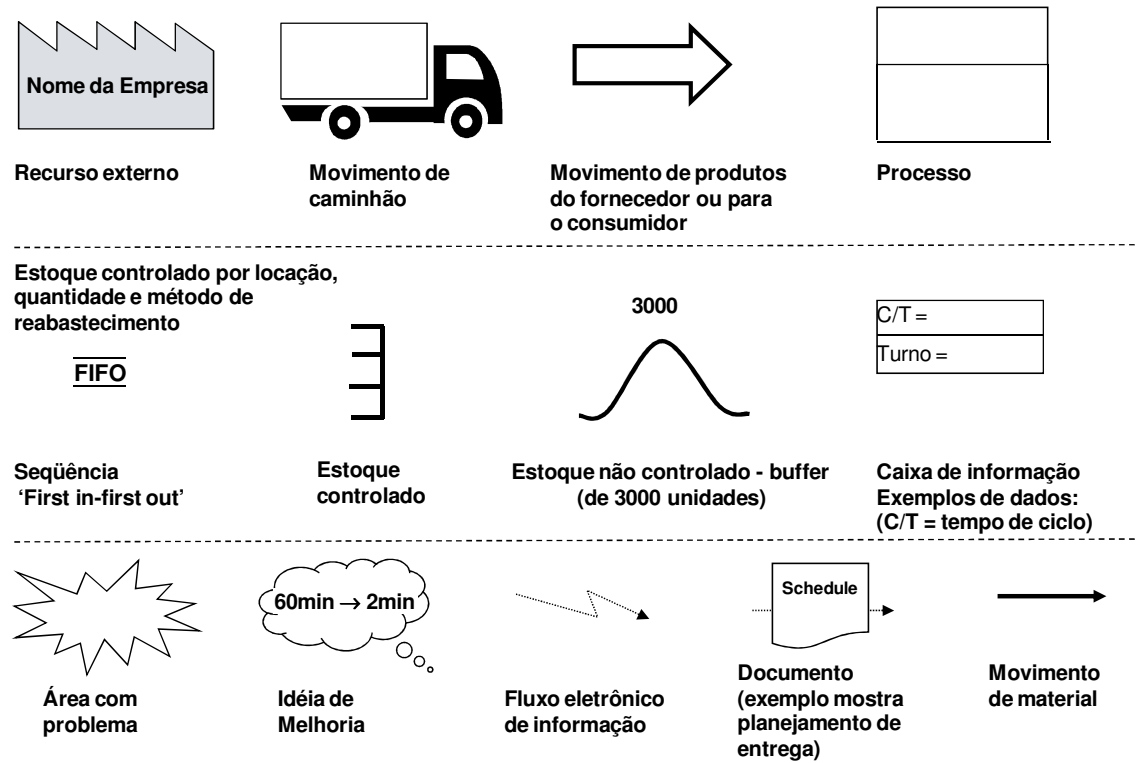


Figura 3.1: Simbologia principal do MIFD (fonte: material de treinamento da empresa do autor)

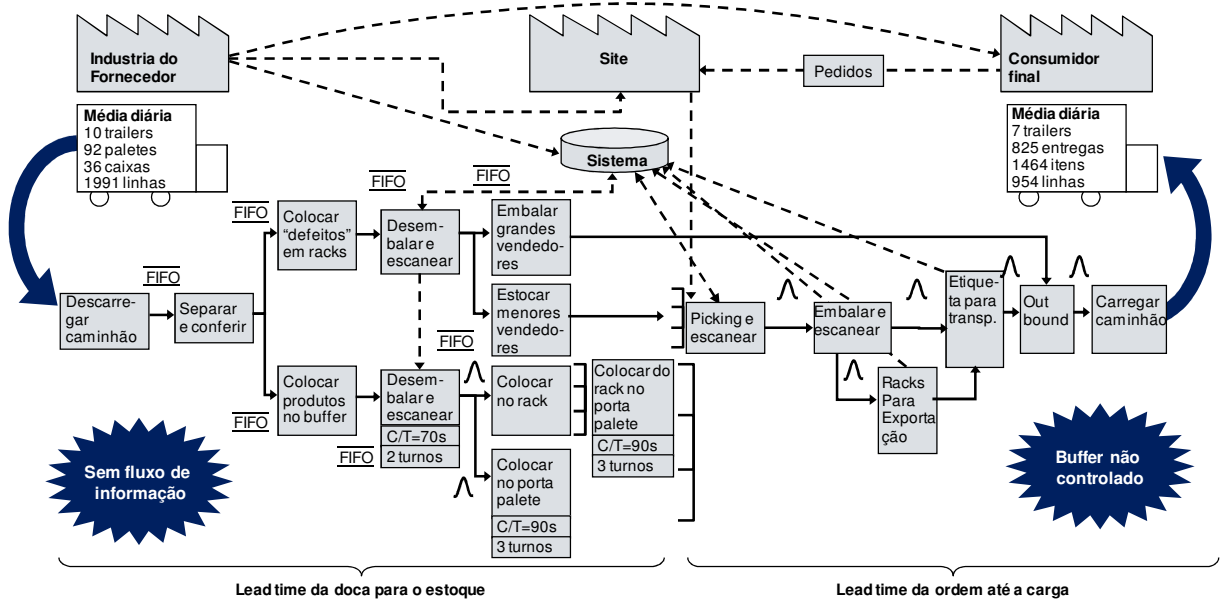


Figura 3.2: Exemplo de MIFD (fonte: autor)

Toda elaboração de um MIFD se inicia conhecendo os detalhes da operação de um armazém. É importante acompanhar todos os processos, seguindo o fluxo de materiais do início ao fim. É aconselhável estar acompanhado por pessoas que conheçam os detalhes da operação e que possam esclarecer as dúvidas que eventualmente possam surgir. A construção do MIFD consiste em sete etapas principais:

- 1) Desenhar fornecedores, clientes e o armazém em questão, utilizando o símbolo de “recurso externo”.
- 2) Desenhar sistemas e processos. É importante nesta etapa ter cuidado para não representar departamentos ao invés de processos. O símbolo de processo representa uma atividade de transformação que possui uma entrada e uma saída, com material parado em ambos os lados (acúmulos ou *buffers*). Atividades aparentemente semelhantes, porém com particularidades distintas podem ser representadas em paralelo (ex.: *picking* manual e *picking* com empilhadeira), pois possuem tempos de ciclo e procedimentos diferentes.
- 3) Obter dados dos processos. Algumas informações dos principais processos considerados podem ser adicionadas ao MIFD, como tempos de ciclo (se já previamente conhecidos), *drivers* de produção (unidades de medida que melhor representam um processo – caixas, itens, peças, pedidos, etc.), quantidade de funcionários envolvidos no processo, e outras.
- 4) Identificar os estoques, que podem ser controlados ou não controlados, utilizando o símbolo apropriado para cada caso. Um dos objetivos do Sistema Enxuto é criar um processo contínuo e unitário, de forma que os estoques entre os processos (acúmulos ou material em processo) sejam nulos ou os mínimos possíveis. Sendo assim, torna-se vital conhecer onde se encontram estes acúmulos, e se possível, qual a quantidade estocada em cada um deles. O MIFD possibilita visualizar de relance a quantidade de acúmulos ao longo dos processos, o que significa mais desperdício com movimentação, maior espaço utilizado, maior probabilidades de erros e maior *lead-time* (ou tempo de atravessamento).
- 5) Determinar o fluxo de material externo, desenhando as entregas dos fornecedores para o armazém, e do armazém para os consumidores. É importante indicar numa caixa de informação detalhes sobre estes fluxos, como a frequência das entregas e as quantidades envolvidas, bem como o modal de transporte utilizado (rodoviário, aéreo, ferroviário, etc.).

- 6) Determinar o fluxo interno de informações e materiais, utilizando as respectivas setas para cada um dos casos. No caso do fluxo de materiais, determinar se o movimento é puxado ou empurrado, e usar o símbolo correto para cada situação. Se tratando de informações, deve-se observar que elas podem ser na forma de sinais eletrônicos (uma leitura em códigos de barra ou entrada de dados em um terminal, por exemplo) ou físico (impressão de notas fiscais, emissão de etiquetas, e outros).
- 7) Calcular os *lead-times*, ou tempos de atravessamento, e destacar as principais oportunidades encontradas no processo analisado.

A figura 3.3 ilustra as sete etapas explicadas acima.

### 3.1.2. Observações em campo e OPE

As observações de campo são um dos elementos mais importantes de um diagnóstico, pois permitem mensurar os desperdícios presentes em cada um dos processos. É através da observação que são medidos os tempos-ciclo dos processos, o que posteriormente resultará numa análise gráfica denominada OPE (*Overall Process Efficiency*, ou Eficiência Global do Processo). O OPE permite identificar em que modalidades de desperdício encontram-se as oportunidades de melhoria dos processos, e qual sua grandeza.

Mais do que isso, as observações permitem um entendimento profundo da operação, permitindo-nos compreender como e por que os processos são executados de certa maneira, identificando as causas raiz dos desperdícios. É o princípio do *genchi genbutsu* do STP, que pode ser interpretado como “ir ao local para ver a verdadeira situação e compreendê-la”. Esta compreensão irá mais tarde possibilitar que soluções de melhoria sejam concebidas de forma objetiva, evitando-se com isso soluções do tipo “tentativa-e-erro”.

A atividade de observação é constituída de três principais passos: preparação, medição e conferência dos resultados.

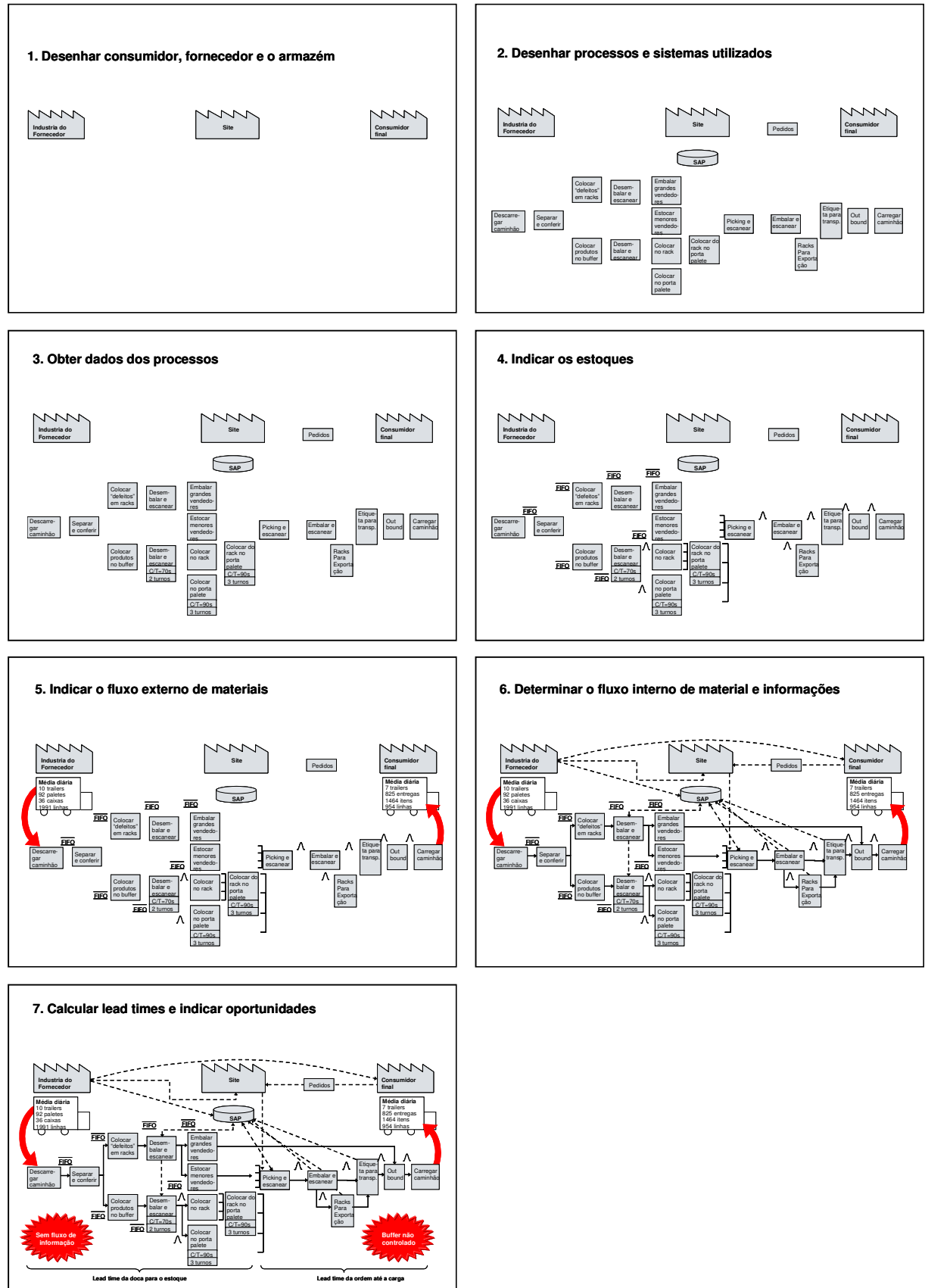
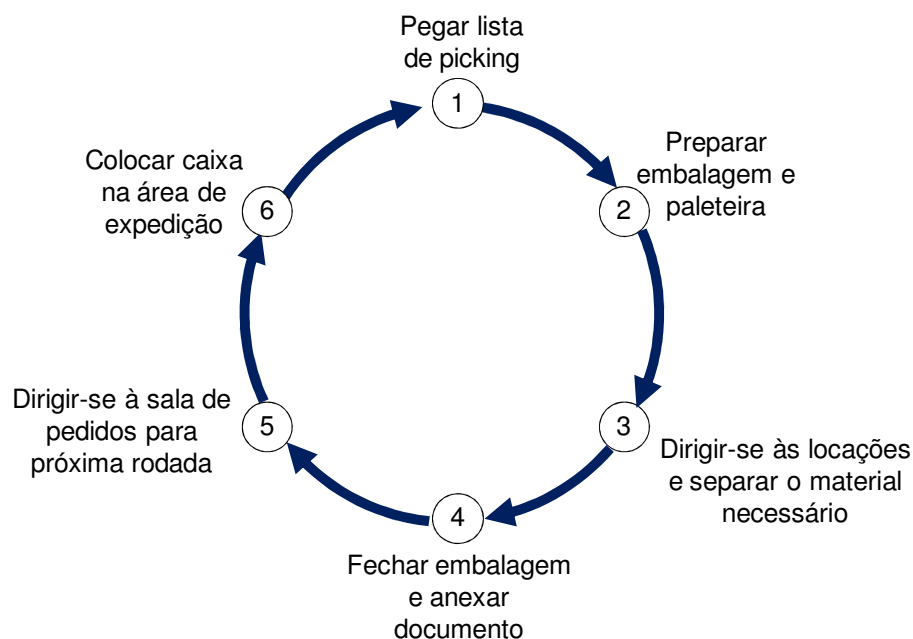


Figura 3.3: Sete etapas da elaboração de um MIFD (fonte: autor)

- 1) Preparação: primeiramente são identificados os processos a serem observados, e coletadas informações inerentes aos mesmos, fundamentais para a etapa de medição. As principais atividades desta etapa são:
  - a. Determinar os principais processos na operação: inicialmente devem ser identificados todos os processos na operação, o que já teria sido feito previamente através do MIFD. Cada processo evidenciado no MIFD é constituído por um ciclo de atividades que podem ser medidas. A escolha de qual processo deverá ser medido pode ser feita através de diferentes critérios: na quantidade de recursos envolvidos naquele processo (custo), no impacto que uma melhoria do processo em questão teria no nível de serviço da operação, ou então quando é evidente que o processo apresenta oportunidades significativas em termos de redução ou eliminação de desperdícios.
  - b. Avaliar os níveis de padronização: antes de começar a medição propriamente dita, deve-se assegurar de que o processo em questão está minimamente padronizado, ou seja, é feito de uma única maneira pelos diferentes empregados que o executam. Processos executados de maneiras diferentes a cada momento não são passíveis de medição, uma vez que estas não podem ser comparadas. Isto porque as produtividades são diferentes, dependendo do modo que o processo é executado.
  - c. Identificar as unidades de medida, ou *workload drivers*: Os *drivers* de processo são as quantidades a serem consideradas durante uma observação que melhor representam o processo em questão. Os *drivers* devem ser eleitos de comum acordo pelas pessoas envolvidas, e devem ser: representativos, coerentes com o processo medido, de simples entendimento, facilmente controláveis e simples de serem registrados. Exemplos de *drivers* podem ser: vasilhames, itens, peças, caminhões, linhas de pedido, *pallets*, etc. Para cada processo, deve ser eleito um *driver* que melhor o represente. Por exemplo, na descarga de caminhões, um bom *driver* seria “volumes descarregados”, e não “caminhões descarregados”, uma vez que um caminhão pode conter quantidades diferentes de volumes, que terão impacto direto no tempo total da descarga.
  - d. Identificação do ciclo do processo: antes de iniciar a medição, o processo a ser medido deve ser compreendido pelo observador, ou seja, todas as etapas

que o compõe devem ser identificadas. Quando um processo é medido, todo o ciclo deve ser considerado, para que nenhuma etapa fique de fora, o que geraria tempos-ciclos irreais. O entendimento prévio do ciclo evita este tipo de erro. Além disso, deve-se definir em consenso com as pessoas envolvidas, qual etapa do processo constitui uma agregação de valor. A figura 3.4 abaixo mostra um exemplo de ciclo para o processo de *picking* (separação de peças no armazém).

- e. Identificação do operador de melhor *performance*: um dos objetivos da observação de campo é calcular a chamada “oportunidade de *performance*”, que é a diferença de desempenho entre o melhor operador e a média dos demais. Para isto é necessário, antes de iniciar as observações, identificar juntamente com os responsáveis pela operação quem são os operadores de melhor *performance*, garantindo assim que eles serão medidos.



**Figura 3.4: Exemplo de um ciclo de picking (fonte: autor)**

- 2) Medição: nesta etapa o processo é observado e é feita a medição propriamente dita. São executadas as seguintes atividades:
  - a. Preparar planilhas de observação e materiais de apoio. Durante as observações são utilizados formulários padronizados que têm o objetivo de medir o tempo ciclo dos processos e separá-los em algumas categorias de

desperdício. O uso deste formulário será descrito mais adiante. Além disso, devem ser utilizados cronômetros para as medições. Em alguns casos, especialmente quando os processos são velozes, a atividade pode ser filmada para que depois seja analisada e mensurada através do vídeo.

- b. Se apresentar aos funcionários que serão observados: para uma medição bem sucedida, todos os funcionários envolvidos devem estar cientes que se trata de uma medição de processo, e não uma avaliação do desempenho individual de cada operador. Evita-se, com isso, que os operadores desempenhem a atividade de forma mais acelerada ou mais lentamente apenas por estarem sendo observados, o que resultaria em tempos-ciclo irreais.
- c. Medir os tempos-ciclo: em seguida os tempos-ciclo são efetivamente medidos. Deve-se assegurar que o mesmo processo seja medido diversas vezes, abrangendo todas as possíveis situações e diferentes operadores. A quantidade de observações a serem feitas deve ser determinada por consenso. Deve-se assegurar, além disso, que o ciclo seja medido por completo, e que nenhuma atividade seja deixada de fora. Deve-se também medir os tempos do melhor operador e dos demais, a fim de calcular-se posteriormente a chamada “oportunidade de *performance*”.

3) Conferência dos resultados: finalmente, as medições são processadas e os tempos-ciclo são calculados. O resultado deve então ser validado pelo grupo. As principais atividades são:

- a. Processar as medições: os formulários de medição devem ser lançados em uma planilha eletrônica, para que o tempo-ciclo seja calculado. Deve-se identificar a parcela de cada tipo de desperdício no tempo-ciclo obtido.
- b. Validação das medições: os tempos-ciclo devem ser discutidos pelo time e com pessoas ligadas diretamente à operação. Procura-se comparar os tempos-ciclo das diversas medições, e caso resultados discrepantes ou duvidosos sejam encontrados sem justificativa, as medições devem ser refeitas.

A figura 3.5 mostra um formulário de observação preenchido com um exemplo. Cada atividade desempenhada pode ser enquadrada em uma das cinco categorias indicadas: transporte (T), movimentação (M), manipulação de dados (DM), anormalidades (A) ou agregação de valor (VA). As “anormalidades” podem ser tempos de espera, ociosidades, ou eventos não diretamente ligados ao processo medido ou que são inesperados (por exemplo, ir ao banheiro, conversas não relacionadas ao trabalho, esperar a entrada de um caminhão ou a liberação de pedidos de *picking*, acidentes de movimentação, vias de locomoção obstruídas, etc.). Entende-se por “manipulação de dados” toda a atividade relativa à entrada ou saída de dados, manual ou eletronicamente. Por exemplo, emissão de etiquetas, anotação em registro manual, leitura de código de barras, entrada de dados em terminal de computador, etc. Já a agregação de valor é a atividade, ou exato instante, previamente definido pelo grupo como o que agrega valor no processo, e que normalmente consiste na operação pela qual o cliente está disposto a pagar.

Na primeira coluna é indicado o tempo final da atividade, ou seja, uma vez que a medição teve início e o cronômetro foi disparado, deve-se apenas registrar o tempo final sempre que a atividade mudar de uma categoria para outra, marcando em seguida um “X” na categoria que acaba de se iniciar. O cronômetro, portanto, não pára, a não ser que o(s) ciclo(s) tenha(m) se finalizado e a observação tenha terminado.

À medida que uma unidade do *driver* escolhido é processada, a mesma é contabilizada na planilha de observação, na coluna de observações. No final, todo o volume processado é somado e registrado no cabeçalho.

A figura 3.5 contém um exemplo de medição de um processo de embalagem de peças. Neste exemplo, os primeiros 48 segundos são relativos à movimentação de materiais auxiliares do estoque para a célula de trabalho, considerado como “transporte” na planilha de observação. Em seguida têm-se movimentações alternando-se com agregações de valor, a cada aproximadamente 20 segundos. Considerou-se, neste caso, que uma agregação de valor é o exato momento em que uma peça é inserida dentro da embalagem, de forma que todas as atividades restantes de montagem e preparação das embalagens foram consideradas como movimento. Tem-se no final 40 segundos de manipulação de dados, que representam o tempo gasto pelo funcionário durante o preenchimento de um formulário de controle de produção, usado para se contabilizar o volume processado naquela atividade. Vê-se também que houve um intervalo de 25 segundos de “anormalidade”, especificada como uma parada para conversa.



Site: CDC XYZ Observador: João  
 Data: 22/04/08 Hora inicial: 11:40  
 Processo / Estação: EMBALAGEM Tempo total: 03:53  
 Driver: VOLUMES EMBALADOS Quantidade total: 6 volumes

#	TEMPO FINAL	Etapas realizadas no processo						Comentários
		T	M	DM	A	VA	OUTROS	
1	00:48	X						
2	01:03		X					
3	01:08					X		1 volume
4	01:23		X					
5	01:28					X		1 volume
6	01:43		X					
7	01:48					X		1 volume
8	02:03		X					
9	02:08					X		1 volume
10	02:23		X					
11	02:28					X		1 volume
12	02:43		X					
13	02:48					X		1 volume
14	03:13				X			Conversa
15	03:53			X				Preenche controle - Fim
16								
17								
18								
19								
20								

Figura 3.5: Um exemplo de observação feita em um processo de embalagem (fonte: autor)

A partir de um conjunto de observações, chega-se ao cálculo do tempo-ciclo do processo, que por convenção é:

$$\text{Tempo Ciclo} = \frac{\sum \text{Tempo Total Observado} - \sum \text{Anormalidades}}{\text{Quantidade de drivers processados}}$$

Para o exemplo da figura 3.5, o tempo-ciclo é:

$$\text{Tempo Ciclo} = \frac{233 - 25}{6} = \frac{208}{6} = \mathbf{34,7 \text{ segundos/volume}}$$

No exemplo, separando-se os intervalos de tempo de cada uma das categorias de atividade, têm-se as seguintes parcelas percentuais de oportunidade de processo:

- 23% - transporte
- 43% - movimentação
- 14% - valor agregado
- 19% - manipulação de dados

Os resultados das observações são úteis para se analisar a eficiência dos processos, que podem ser compreendidas por meio do OPE (*Overall Process Efficiency*, ou Eficiência Global do Processo). O OPE permite identificar em que modalidades de desperdício encontram-se as oportunidades de melhoria dos processos, e qual sua grandeza.

A título de exemplificação, consideram-se as seguintes premissas para o exemplo da figura 3.5:

- Em um período de um mês, foram embalados 25.740 volumes;
- No mesmo período, dois funcionários trabalharam neste período, num total de 356 horas pagas;
- O tempo-ciclo do melhor funcionário é 10% menor que o tempo-ciclo medido, ou seja, 31,2 segundos/volume
- O tempo-ciclo medido (34,7 segundos/volume) representa os funcionários medianos

Tem-se, portanto, para o cálculo do OPE, a memória de cálculo mostrada na tabela 1.

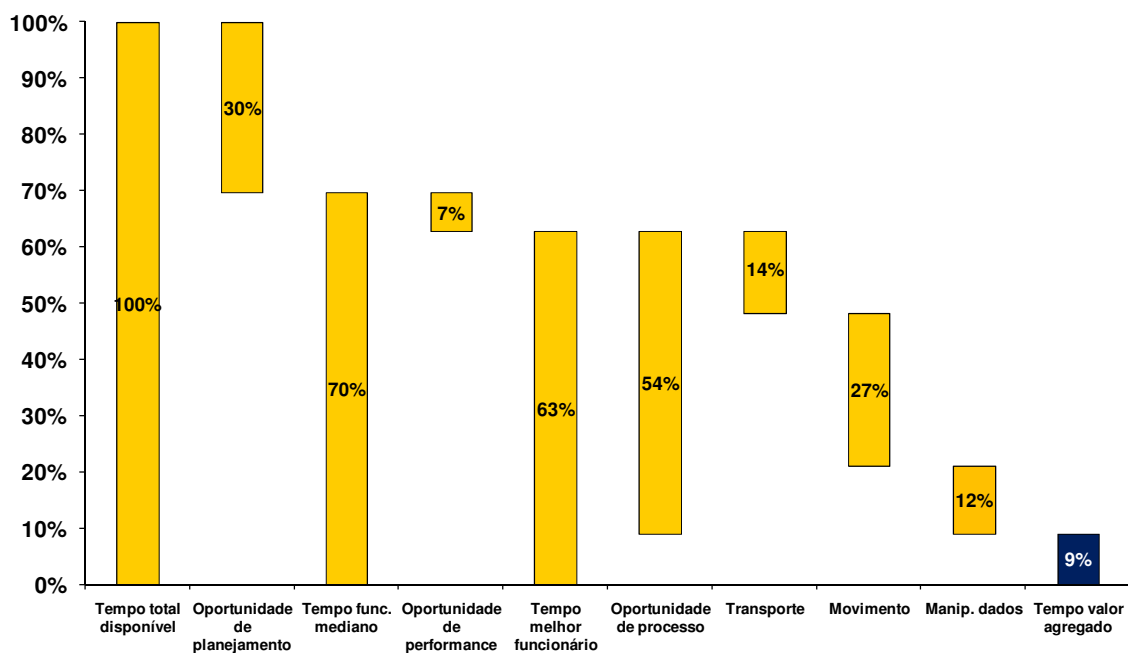
(1) Tempo total trabalhado no período (2 funcionários):	356 horas	
	<b>100%</b>	
(2) Tempo-ciclo funcionário mediano:	34,7 seg/volume	
(3) Volumes processados mês:	25.740 volumes	
(4) Tempo total requerido pelos funcionários medianos:	248 horas	$(2) \times (3) \div 3.600$
(5) Oportunidade de planejamento: (1) - (4)	108 horas	
	<b>30%</b>	$(5) \div (1)$
(6) Tempo-ciclo melhor funcionário:	31,2 seg/volume	
(7) Volumes processados mês:	25.740 volumes	
(8) Tempo total requerido pelo melhor funcionário:	223 horas	$(6) \times (7) \div 3.600$
(9) Oportunidade de performance:	25 horas	$(4) - (8)$
	<b>7%</b>	$(9) \div (1)$

	% do T.C.	Horas	% do tempo total trab.
Transporte	23%	51	<b>14%</b>
Movimento	43%	97	<b>27%</b>
Manipulação de dados	19%	43	<b>12%</b>
Valor agregado	14%	32	<b>9%</b>

**Tabela 1: Memória de cálculo para o OPE obtido através do exemplo de observação da fig.3.5 (fonte: autor)**

Neste exemplo, portanto, a eficiência do processo é igual a 9%, parcela relativa à atividade que agrega valor. Gera-se, enfim, um gráfico do OPE como se vê na figura 3.6.



**Figura 3.6: Gráfico OPE obtido através dos cálculos da Tabela 1 (fonte: autor)**

Os elementos que compõe o OPE, por definição, são:

- 1) Tempo total disponível: quantidade total de homens-hora trabalhadas, e pagas, num determinado período de tempo, excluindo paradas permitidas, como café/lanche, reuniões de time, almoço (se pago), etc.
- 2) Oportunidade de planejamento: diferença entre o tempo total disponível (1) e o tempo gasto pelo funcionário mediano (3). Representa a quantidade de horas a mais que foram gastas para executar o processo em questão, e pode ser dividida em três categorias:
  - a. Ociosidade: quando se têm mais funcionários que o necessário para se desempenhar a tarefa, resultado de um planejamento ineficaz (daí o nome);
  - b. Espera: quando os processos estão desbalanceados ou “departamentalizados”, resultando em esperas durante a execução da tarefa, por exemplo: espera pela emissão dos pedidos de separação; espera pelos caminhões para se iniciar a descarga; espera pelos materiais a serem separados para se iniciar a pesagem e expedição; etc.
  - c. Anormalidades: ocorrências inesperadas que não fazem parte do processo normal, por exemplo: quebra de impressora; corredores obstruídos; danificação de material ou acidentes de movimentação; falha das empilhadeiras; etc.
- 3) Tempo do funcionário mediano: produto do tempo-ciclo dos funcionários medianos pelo volume processado no intervalo de tempo em questão. Ou seja, representa o tempo necessário para que os operadores medianos realizem o processo em análise, sob circunstâncias normais.
- 4) Oportunidade de *performance*: diferença entre o tempo do funcionário mediano (3) e o tempo do melhor funcionário (5), ou seja, a parcela de tempo despendido a mais pelo fato dos funcionários medianos não alcançarem o mesmo desempenho do melhor funcionário.
- 5) Tempo do melhor funcionário: produto do tempo-ciclo do melhor funcionário pelo volume processado no intervalo de tempo analisado. Ou seja, representa o tempo necessário para que o melhor operador realize o processo em análise, sob circunstâncias normais.
- 6) Oportunidade de processo: soma dos tempos gastos com transporte, movimentação e manipulação de dados, mensurados durante a observação do processo. Entende-

se que estes desperdícios podem ser reduzidos a partir de mudanças na maneira como o processo é realizado.

- 7) Valor agregado: parcela que representa o instante de tempo que agrega valor no processo em estudo, pré-definido antes da observação. No exemplo, é o instante em que a peça é colocada dentro da embalagem - aproximadamente 5 segundos por peça. Esta parcela de tempo é o valor final da eficiência, tipicamente entre 0% e 10%.

O resultado do OPE é fundamental para se compreender onde se encontram as oportunidades do processo estudado: planejamento, *performance* ou processo. Desta forma pode-se atacar com mais precisão os desperdícios existentes na atividade, obtendo-se resultados mais significativos. Normalmente, oportunidades de planejamento podem ser mais bem aproveitadas através do dimensionamento diário de recursos com base em uma expectativa de demanda mais acurada, ou nivelando a carga de trabalho da operação em nível horário. Oportunidades de *performance* normalmente são atacadas através da padronização dos processos e da discussão diária dos problemas e soluções, que deve ser feita de forma sistemática entre os supervisores e a equipe operacional – é a chamada “Gestão da *Performance*”. Oportunidades de processo são tipicamente exploradas através da simplificação de processos, que pode ser feita através de: eliminação de etapas desnecessárias, modificações no *layout*, aplicação de conceitos de fluxo unitário e puxado, etc.

Entretanto, deve-se analisar a causa raiz de cada um destes desperdícios, antes de iniciar a implantar medidas de contenção. Causas raiz tipicamente encontradas em armazéns e Centros de Distribuição são exemplificadas na tabela 2.

Numa atividade de armazém, as oportunidades de planejamento são normalmente as mais expressivas e as que melhor se traduzem em ganhos financeiros quando exploradas. Um planejamento eficiente de mão de obra requer basicamente três fatores:

- Entendimento dos volumes, ou seja, obter uma previsão confiável da demanda e ser capaz de influenciar sua cadência, estabilizando-a;
- Entendimento da produtividade, ou seja, medir os tempos-ciclos padrões de cada processo a fim de conhecer a capacidade produtiva da força de trabalho;
- Dimensionamento dos recursos, ou seja, utilizar ferramentas para se definir a quantidade de recursos necessária para processar certa demanda (razão entre os volumes e a produtividade); além de se flexibilizar a utilização dos recursos para seu melhor aproveitamento.

Tópico	Causas raiz potenciais
Oportunidade de planejamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não utilização de ferramentas para dimensionamento e planejamento de recursos</li> <li>• Previsão de demanda não é confiável</li> <li>• Alta variabilidade da demanda ou do mix de produtos</li> <li>• Não utilização ou indisponibilidade de dados de produtividade para dimensionamento dos recursos</li> <li>• Baixa flexibilidade da força de trabalho</li> <li>• Não há acompanhamento do progresso das atividades ao longo do dia</li> <li>• Baixo nível de controle e gestão de pessoas ineficaz</li> <li>• Alta “departamentalização” dos recursos, gerando esperas entre um processo e outro</li> </ul>
Oportunidade de <i>performance</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Treinamento insuficiente</li> <li>• Processo que requer habilidades físicas</li> <li>• Processo despadronizado, desempenhado por experiência dos funcionários</li> <li>• Alto índice de <i>turnover</i> (troca de funcionários), ou grande quantidade de funcionários temporários</li> <li>• Falta de Gestão da <i>Performance</i> (discussão diária dos resultados, problemas e soluções)</li> </ul>
Oportunidades de processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Layout ineficiente, grandes distâncias</li> <li>• Falta de gestão visual dos processos</li> <li>• Falta classificação ABC de estoque</li> <li>• Disposição ineficiente do estoque nas prateleiras</li> <li>• Códigos de barras nos produtos e locações são lidos mais do que o realmente necessário</li> <li>• Uso dos equipamentos incorretos ou inadequados</li> <li>• Tecnologia obsoleta (muita entrada de dados manual)</li> <li>• Processo ineficiente (múltiplas movimentações, despadronização, excesso de acúmulos, lotes, divisão das etapas em “departamentos”)</li> <li>• Baixa produtividade (time adota o ritmo do funcionário mais lento como padrão)</li> </ul>

**Tabela 2: Causas potenciais de oportunidades de planejamento, *performance* ou processo (fonte: material de treinamento da empresa do autor)**

Pode-se classificar um armazém em três categorias, com base em sua oportunidade de planejamento: “Melhores Práticas”, “Mediano” ou “Abaixo da Média”. Os critérios para definição de cada uma destas categorias encontram-se na tabela 3.

	<b>Melhores Práticas</b> (0%-20% oport. planejamento)	<b>Mediano</b> (20%-40% oport. planejamento)	<b>Abaixo da Média</b> (>40% oport. planejamento)
<b>Entendimento dos volumes</b>	<b>Variabilidade</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>É possível influenciar os fornecedores para entregar em horários pré-determinados em determinados volumes</li> <li>Aplicam-se penalidades caso as janelas de entrega não sejam respeitadas</li> <li>Existem metas para descarga e carga de caminhões</li> <li>É possível balancear a carga de trabalho de entrada e despacho sempre que possível</li> </ul> <b>Previsão</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Existem ferramentas para aumentar a acuracidade das previsões</li> <li>Previsões são revistas durante o dia (caso os pedidos sejam recebidos no mesmo dia)</li> </ul>	<b>Variabilidade</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Não é possível influenciar os volumes dos fornecedores, apenas os horários de entrega</li> <li>Não há penalidades caso as janelas de entrega não sejam respeitadas. Fornecedores estão às vezes atrasados</li> <li>Clientes tentam balancear os pedidos discretamente</li> </ul> <b>Previsão</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Não existem discussões junto aos clientes para se fazer boas previsões</li> <li>Previsões são feitas por experiência, não por análises quantitativas</li> <li>Previsões não são revistas durante o dia</li> </ul>	<b>Variabilidade</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Não existem janelas de chegada de caminhões</li> <li>Não há penalidades caso as janelas de entrega não sejam respeitadas. Fornecedores estão sempre atrasados</li> <li>Não há balanceamento de pedidos pelo cliente</li> </ul> <b>Previsão</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Previsões do cliente estão sempre errôneas (+/- 50%)</li> <li>Não há esforço para se melhorar a qualidade das previsões</li> <li>São tomadas ações reativas quando as previsões são incorretas</li> </ul>
<b>Entendimento da produtividade</b>	<b>Produtividade</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tempos-ciclos precisos, levando em conta todas as variações de mix</li> <li>Tempos-ciclos atualizados regularmente (sempre que melhorias são implantadas)</li> </ul> <b>Padronização</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Trabalho altamente padronizado (anormalidades são levadas à supervisão)</li> <li>Paradas são controladas; tempo controlado pela supervisão</li> </ul>	<b>Produtividade</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Precisão limitada dos tempos-ciclo, variações de mix não são consideradas</li> <li>Tempos ciclos são ocasionalmente revistos</li> </ul> <b>Padronização</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Trabalho despadronizado, resultando em <i>performances</i> individuais diferentes e anormalidades</li> <li>Paradas regulares, porém com falta de controle</li> </ul>	<b>Produtividade</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Produtividade baseada na experiência, e não medidas</li> <li>Dados de produtividade dificilmente revistos</li> </ul> <b>Padronização</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Trabalho despadronizado, resultando em <i>performances</i> individuais diferentes e significantes anormalidades</li> <li>Paradas irregulares, não há controle sobre o tempo total trabalhado</li> </ul>
<b>Dimensionamento dos recursos</b>	<b>Flexibilidade da mão-de-obra</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Horas flexíveis para funcionários fixos e temporários</li> <li>Razão apropriada entre fixos/temporário</li> <li>Total flexibilidade entre processos e operações</li> </ul> <b>Planejamento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recursos são planejados diariamente</li> <li>Progresso das atividades é monitorado em base horária</li> <li>Incentivos são aplicados para se explorar as oportunidades de planejamento pelos coordenadores</li> </ul>	<b>Flexibilidade da mão-de-obra</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Horas flexíveis apenas para temporários</li> <li>Certa dificuldade em contratar temporários, necessitando certa antecipação</li> <li>Flexibilidade razoável entre os processos</li> </ul> <b>Planejamento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recursos são planejados diariamente</li> <li>Progresso das atividades não é monitorado em base horária</li> <li>Coordenadores sempre consideram uma margem ao dimensionar seus recursos</li> </ul>	<b>Flexibilidade da mão-de-obra</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Não existem horas flexíveis</li> <li>Não há flexibilidade entre processos, cada pessoa sempre trabalha no mesmo processo</li> </ul> <b>Planejamento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recursos são planejados em base semanal ou mensal</li> <li>Planejamento é feito por estimativa, não por análise quantitativa</li> </ul>

**Tabela 3: Classificação do armazém com base em seu potencial de planejamento (fonte: material de treinamento da empresa do autor)**

### 3.2. Ferramentas de Design

Ao redesenhar a operação, o cenário ideal é elaborado com base nos princípios do STP, e ao mesmo tempo identificam-se quais são as restrições para se atingir este cenário. É feita então uma sessão de coleta e priorização de idéias. Para isto usa-se respectivamente o MIFA (*Material and Information Flow Analysis* – Análise do Fluxo de Materiais e Informação) e as sessões de levantamento de idéias, ou *Brainstorm*.

#### 3.2.1. MIFA

O MIFA, ou *Material and Information Flow Analysis* – Análise do Fluxo de Materiais e Informação - é uma ferramenta que se utiliza do MIFD (*Material and Information Flow Diagram*) para desenhar o estado atual da operação e o estado ideal desejado. Finalmente, com base em todas as restrições propostas pelo estado ideal, deve ser definido um estado intermediário, facilmente alcançável no curto ou médio prazo, e economicamente viável.

A elaboração do MIFA é composta por quatro etapas, como se vê na figura 3.7.

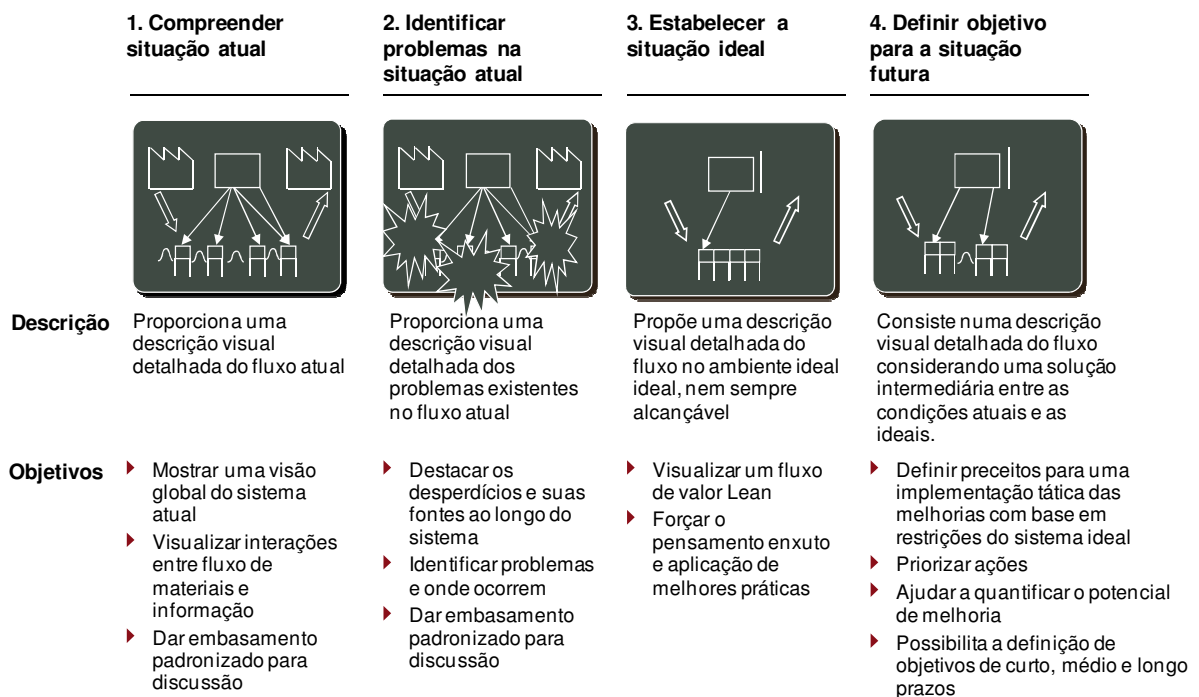


Figura 3.7: Etapas para elaboração do MIFA (fonte: material de treinamento da empresa do autor)



1. Compreender a situação atual: nesta etapa é desenvolvido o MIFD da situação atual, a fim de se compreender a interação entre o fluxo de materiais e informações no estado corrente. Proporciona uma maneira padronizada de se representar graficamente os processos atuais, facilitando discussões futuras.
2. Identificar problemas da situação atual: nesta etapa, os principais desperdícios são identificados, bem como suas causas-raiz, as quais são assinaladas no MIFD junto ao processo onde ocorrem. Tipicamente são identificados problemas como: múltiplas movimentações e excesso de *buffers* intermediários (material em processo); problemas de qualidade e excesso de pontos de controle; desbalanceamento de atividades e falta de sincronia entre separação e expedição; excesso de tempos de espera e planejamento ineficiente de recursos; dentre outros.
3. Estabelecer a situação ideal: nesta etapa é desenvolvido o MIFD da situação ideal, que considera uma operação livre de restrições, com o objetivo de manter apenas as atividades que agregam valor ou que são absolutamente essenciais ao processo. Seria o nível mais elevado que pode ser atingido em termos de eliminação de desperdícios e criação de um fluxo enxuto. A situação ideal leva em conta algumas premissas:
  - Fluxo perfeito de informações, completa previsibilidade da demanda;
  - Fluxo *inbound* e *outbound* (entrada e saída) perfeitos, não sendo necessário nenhum tipo de controle de qualidade ou múltiplas conferências;
  - Ausência de estoque entre as diferentes etapas do processo, fluxo contínuo de materiais em lotes unitários;
  - Balanceamento perfeito da força de trabalho, completa flexibilidade de recursos com habilidades específicas para desempenhar as diferentes tarefas da operação.

O MIFD ideal normalmente requer muitos anos para ser alcançado, grandes investimentos ou elevado grau de interação com fornecedores e clientes.

4. Definir objetivo para a situação futura: finalmente é desenvolvido o MIFD da situação futura desejada, que é basicamente uma situação intermediária entre a situação atual e a ideal, por levar em conta as restrições que o sistema ideal impõe, como mostra a figura 3.8. As restrições que tipicamente impedem o MIFD ideal de ser implantado podem ser:

- Obrigações contratuais com o cliente;
- Restrições de sistema
- Falta de informações e previsibilidade da demanda
- Falta de controle sobre fretes
- Restrições de *layout*
- Etc.



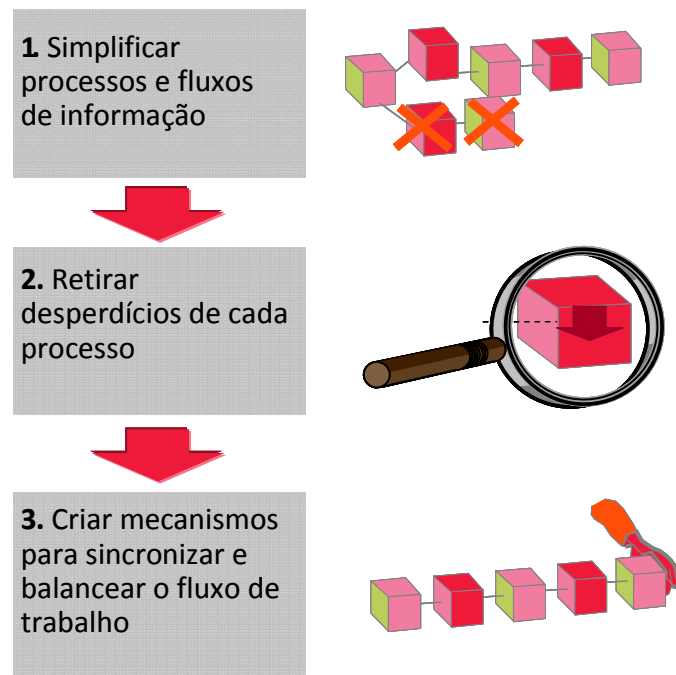
**Figura 3.8: MIFD objetivo como resultado entre o atual e o ideal (fonte: autor)**

Pode-se, portanto, elencar idéias de melhoria a partir de todas as ações que são requeridas para se gerar o MIFD da situação futura desejada. Como mostra a figura 3.9, idéias relacionadas à mudança de processos seguem três etapas principais:

- Eliminar etapas desnecessárias, ou seja, simplificar a operação eliminando processos secundários que não agregam valor ao serviço, como por exemplo: controles manuais desnecessários,

rastreamento de volumes em demasia, preparações antecipadas, controles de qualidade em excesso, etc.

- Retirar os desperdícios de cada processo individualmente, por exemplo: mudanças de *layout*, redução do tamanho dos lotes objetivando o fluxo unitário, aplicação de ferramentas visuais de controle, etc.
- Criar mecanismos para sincronizar e balancear o fluxo de trabalho, ou seja, agrupar ou separar atividades a fim de alinhar o tempo-ciclo de cada processo com o *takt-time* da operação. Além disso, criar maneiras para puxar o fluxo a partir da demanda, que em um armazém de distribuição normalmente se inicia com os horários de despacho dos caminhões para os clientes finais.



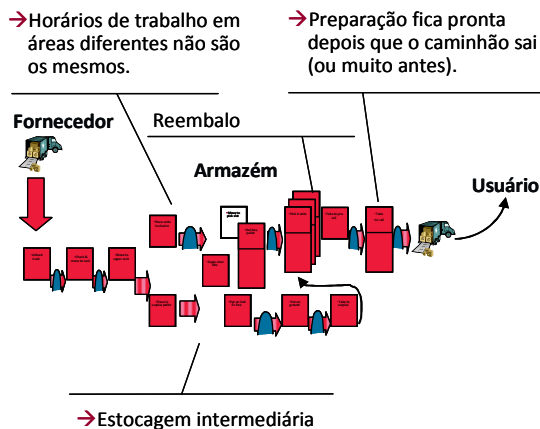
**Figura 3.9: Etapas na mudança de processos para elaboração do MIFD objetivo (fonte: material de treinamento da empresa do autor)**

Normalmente estas idéias são de alto nível, porém fundamentais do ponto de vista de uma operação enxuta, e requerem um plano de médio prazo para serem implantadas. Alguns exemplos são:

- Carregamento *Just-In-Time*, para reduzir os acúmulos na expedição
- Armazenagem direta, para reduzir os acúmulos no recebimento
- *Pick* e *pack* combinados (separação e embalagem), para eliminar duplo manuseio e oportunidade de planejamento
- Etc.

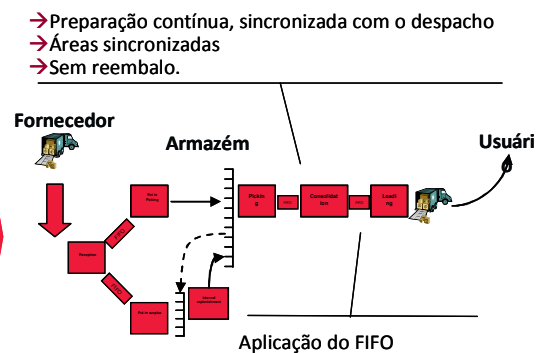
A figura 3.10 exemplifica a diferença entre um armazém tradicional e um armazém *Lean*.

### Armazém tradicional



- Múltiplas etapas manuais e estoques intermediários
- Necessidade de ferramentas (TI) para mapear o progresso da operação
- Operação em lotes

### Armazém Lean



- Aumento de produtividade
- Controle visual do processo
- Estoque intermediário desnecessário
- Produção contínua / lotes reduzidos

**Figura 3.10:** Exemplos de diferenças entre um armazém tradicional e *Lean* (fonte: material de treinamento da empresa do autor)

Ao mesmo tempo, devem-se iniciar ações a fim de se alcançar o MIFD ideal no futuro, como: iniciar discussões com os clientes para melhorar a previsibilidade da demanda, projetar soluções de TI futuras que suportem o modelo ideal; etc.

As figuras 3.11, 3.12 e 3.13 mostram, a título de exemplificação, o MIFD atual, ideal e objetivo respectivamente, de uma operação de armazém de distribuição.

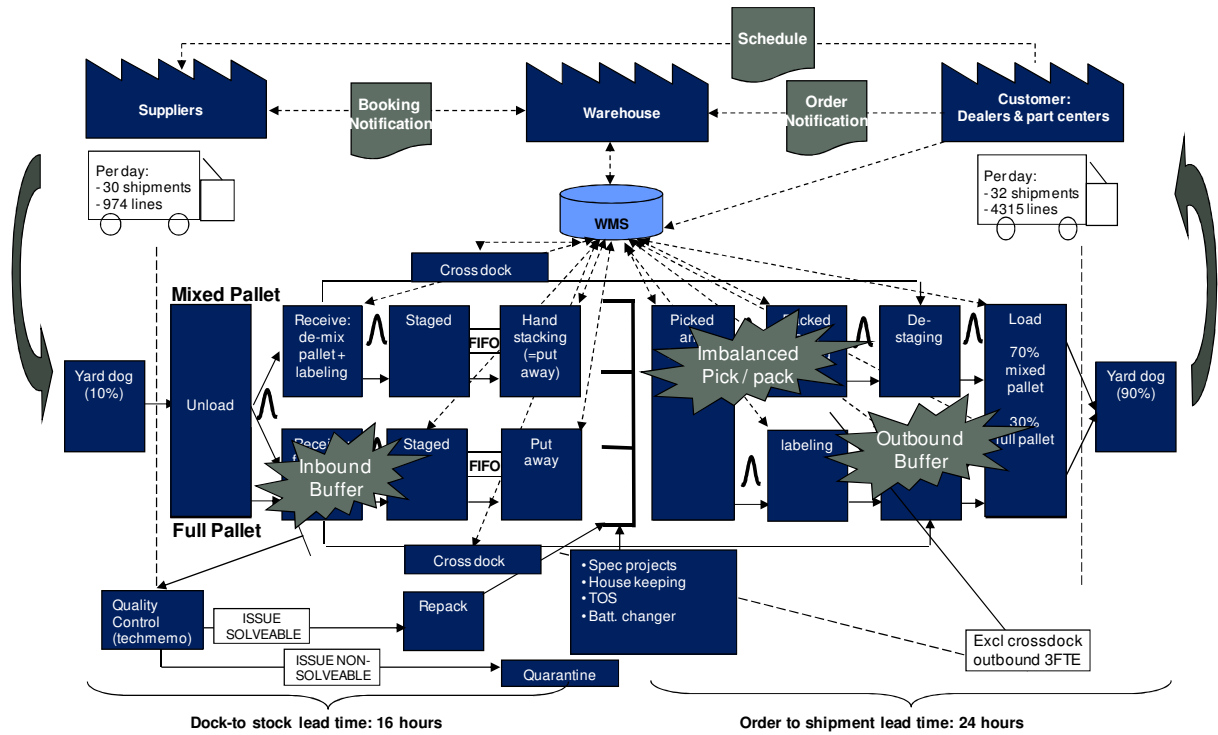


Figura 3.11: Exemplo de MIFD atual de um armazém de distribuição (fonte: autor)

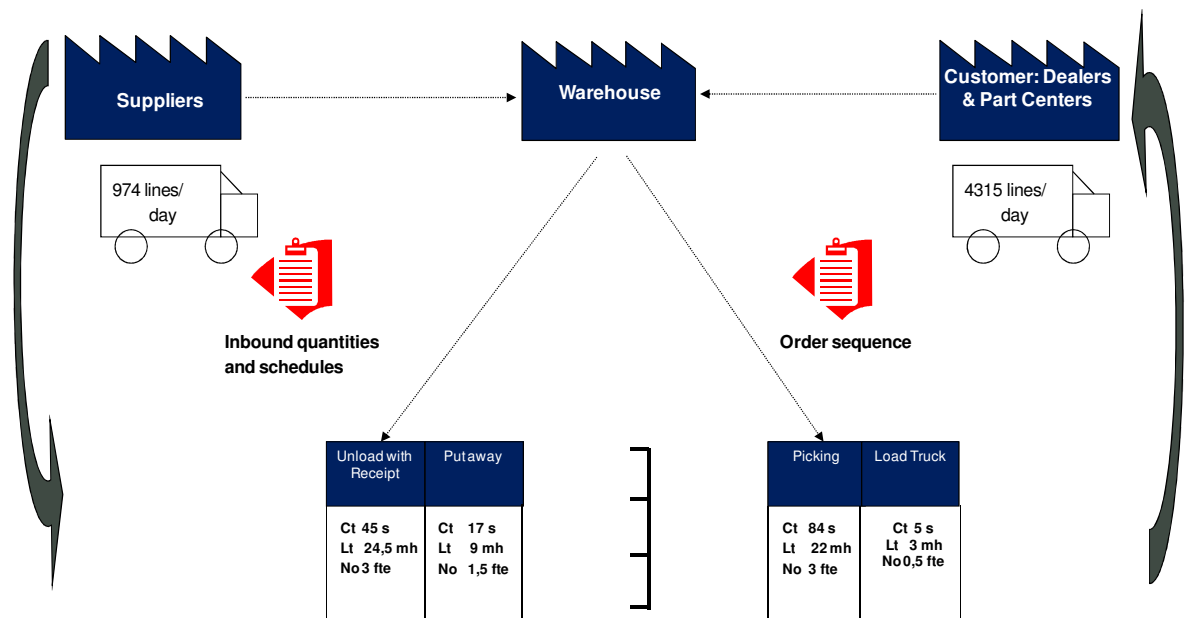
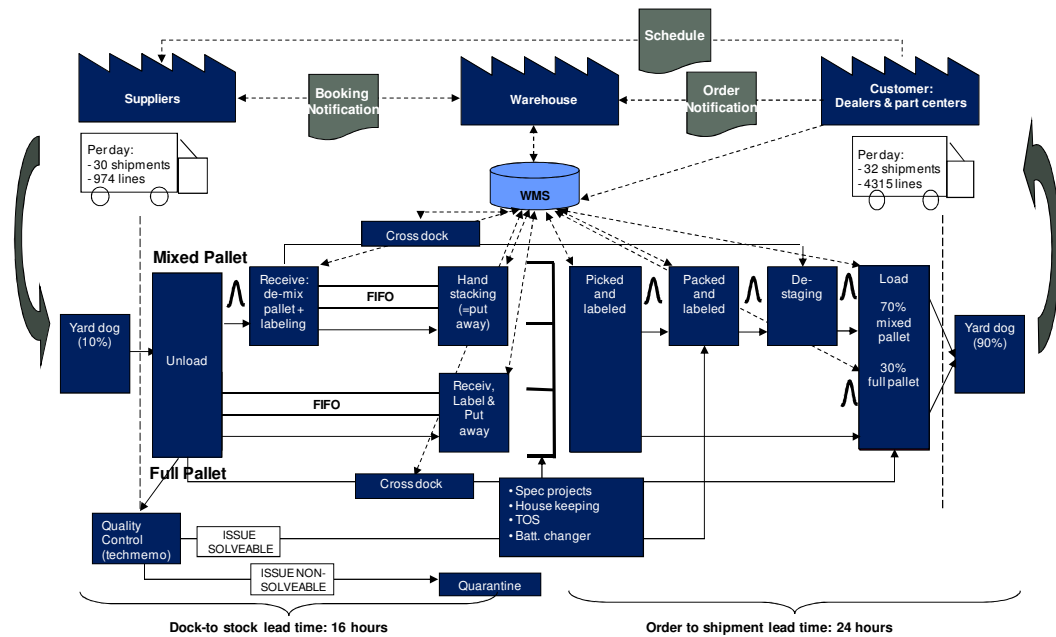


Figura 3.12: MIFD ideal do exemplo da figura 3.11 (fonte: autor)



**Figura 3.13:** MIFD objetivo elaborado a partir do exemplo das figuras 3.11 e 3.12. Nota-se uma considerável simplificação de processos ao se comparar com o MIFD da figura 3.11 (fonte: autor)

### 3.2.2. *Brainstorm* e priorização de idéias

Uma das maneiras mais eficazes de se gerar idéias de melhoria em direção a uma operação enxuta, é o envolvimento dos *stakeholders* numa sessão de levantamento de idéias à qual se dá o nome de *brainstorm*. Trata-se de uma reunião que pode durar 1 hora ou mais, na qual cada um expõe suas idéias ligadas à eliminação de desperdícios, dando oportunidade para que todos compreendam, discutam e façam suas devidas observações. Ainda nesta sessão, todas as idéias são priorizadas de acordo com a facilidade de implantação e com o impacto gerado. A quantidade de idéias geradas pode variar de acordo com a operação e com a quantidade de pessoas envolvidas.

É desejável que algumas das idéias sejam implantadas em um curto espaço de tempo, o que cria impacto no envolvimento futuro dos funcionários operacionais, e também uma atmosfera positiva de que algo está realmente mudando na operação.

Para uma sessão de levantamento de idéias produtiva, algumas regras devem ser observadas e mencionadas no início da sessão:

- Todas as idéias são aproveitadas. Não há avaliação da qualidade de cada uma das idéias nem pré-julgamentos durante a sessão;
- As pessoas devem ser estimuladas a discutir os pró e contras de cada uma das idéias, expondo eventuais dificuldades que devem ser enfrentadas ao se implantar cada uma delas;
- Os participantes não devem confundir “problemas” com “idéias”, entretanto as idéias devem estar relacionadas à eliminação da causa raiz de cada um dos problemas;
- Todos devem estar cientes de que não há limite mínimo de idéias, ou seja, não se trata de uma disputa ou concurso de criatividade;
- Para facilitar o andamento da sessão, as idéias podem ser divididas em categorias ou áreas (por exemplo, recebimento, armazenagem, separação e expedição);
- Todas as idéias devem ser posteriormente revistas com as pessoas envolvidas, para garantir a compreensão comum das mesmas;
- Deve haver um *feedback* posterior sobre todas as idéias, o que motiva a criação de um ambiente de melhoria contínua, pois todos ficam cientes de que suas idéias são levadas em consideração.

As idéias devem então ser priorizadas em quatro categorias, de acordo com a facilidade de implantação e o impacto gerado por cada uma delas. A facilidade de implantação está relacionada com os investimentos requeridos, tempo necessário, envolvimento de clientes e do restante da cadeia de suprimentos, etc. O impacto está relacionado não somente com o retorno financeiro e aumento de produtividade, mas também com ganhos de qualidade, nível de serviço, ergonomia e segurança do trabalho, etc.

A figura 3.14 mostra um quadro de priorização e as quatro categorias de priorização.

Normalmente as “Idéias A” representam de 60% a 80% do potencial de melhoria e devem ter prioridade na implantação. Algumas das “Idéias C”, ou “*Quick Wins*” (idéias de ganho rápido) devem ser simultaneamente implantadas, pois apesar do baixo ganho, elas geram impacto motivacional, criando a percepção de que as coisas estão realmente mudando na operação. As “Idéias B” e as “Idéias D”, devido à dificuldade de implantação, devem ter um plano de médio e longo prazo respectivamente para serem implantadas.

<b>Facilidade</b> (Investimento, custo, esforço, duração)	<b>Fácil</b>	<p>“Quick wins” (“Idéias C”)</p> <p>Idéias de baixo retorno, porém de fácil implantação e elevado impacto motivacional</p>	<p>Idéias principais de melhoria  (“Idéias A”)</p> <p>Normalmente incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gestão da performance</li><li>• Planejamento de recursos</li><li>• Melhorias simples de processo e de alto impacto</li></ul>	
	<b>Difícil</b>	<p>Idéias de melhoria de longo prazo  (“Idéias D”)</p>	<p>Idéias de melhoria de médio prazo  (“Idéias B”)</p> <p>Normalmente incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Melhorias de elevado impacto porém de elevado custo e dificuldade de implantação, como utilização de novas tecnologias, investimento em ativos, etc.</li></ul>	
		<b>Baixo</b>	<b>Impacto (Ganho)</b>	<b>Elevado</b>

Figura 3.14: Quadro de priorização das idéias e as quatro categorias de priorização (fonte: autor)

A figura 3.15 mostra um exemplo de idéias geradas numa sessão de *brainstorming* e devidamente priorizadas. Normalmente são utilizados bilhetes de recado tipo *Post-It* para registro das idéias.



Figura 3.15: Exemplo de idéias geradas e priorizadas numa sessão de *brainstorm*, onde foram usados bilhetes *Post-It* para as anotações (fonte: autor)



### 3.3. Ferramentas de implantação

Para garantir a sustentabilidade das melhorias tanto em custo quanto em qualidade, o pensamento enxuto aponta que não é suficiente trabalhar apenas em fluxo e em processo, mas também criar uma filosofia consistente de gestão focada em pessoas.

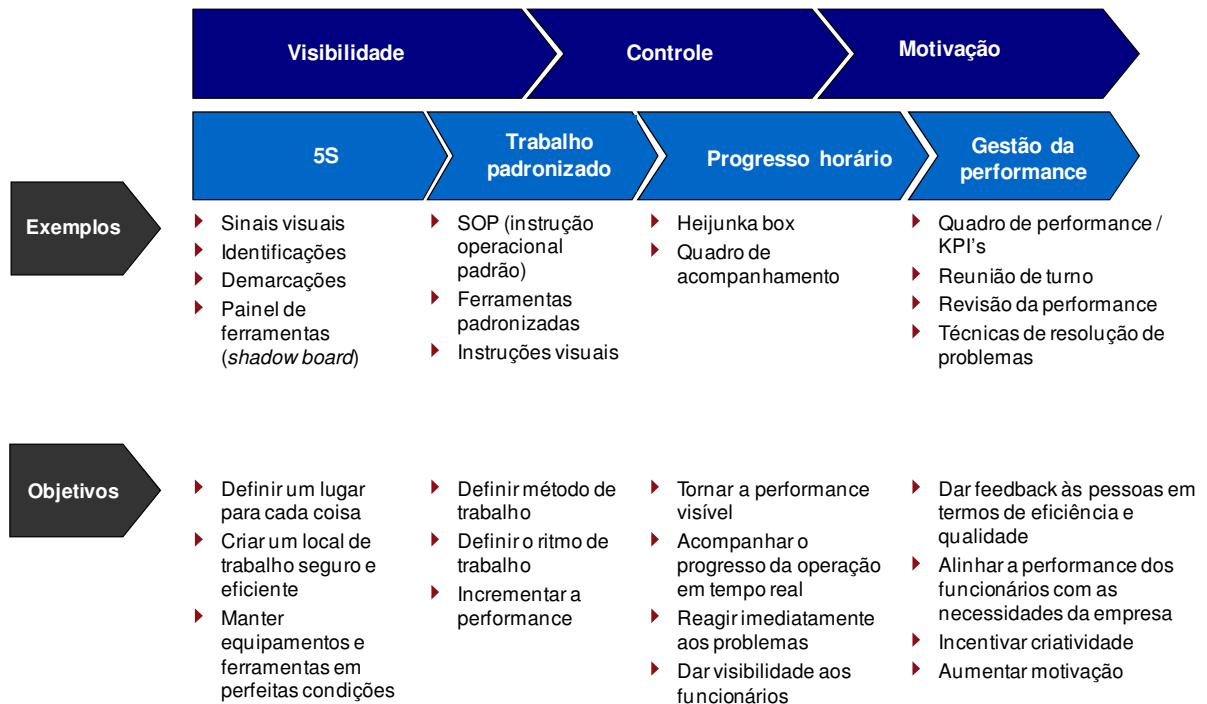
O Sistema Toyota de Produção é fortemente orientado à resolução de problemas. Para garantir um nível de sustentabilidade elevado que garanta a continuidade e robustez dos processos atacados, o STP é constituído por quatro princípios muito simples:

- Fazer as operações visíveis e compreensíveis;
- Definir rigorosamente qual é o padrão de trabalho, tornando possível visualmente entender quando se está trabalhando fora do padrão, e ao mesmo tempo facilitar a melhoria contínua dos processos;
- Medir a *performance* real dos processos e acompanhar o quanto o padrão em vigor é eficiente;
- Compartilhar os resultados com o time operacional e motivá-los a melhorar os processos atuais, através da discussão dos problemas fundamentais, da busca por soluções e da eliminação dos desperdícios.

Estes quatro princípios podem ser sintetizados em três elementos: visibilidade, controle e motivação. Estes elementos podem ser alcançados através de quatro principais ferramentas: 5S, Trabalho Padronizado, Controle de Progresso Horário e Gestão da *Performance*. A figura 3.16 mostra exemplos de cada uma dessas ferramentas.

#### 3.3.1. 5S

O método 5S deve ser considerado como a base para a sustentação da Manufatura Enxuta, sendo um dos principais elementos que compõe a fundação da “Casa do STP” (ver figura 2.3). É possível dividir a eliminação de desperdícios em cinco fases, com base no método 5S, surgido no Japão no fim da década de 60, método este que foi um dos fatores para a recuperação das empresas japonesas e base para a implantação dos métodos da Qualidade Total naquele país.



**Figura 3.16: Os três princípios principais da gestão de pessoas que garantem a sustentabilidade da implantação e suas ferramentas (fonte: material de treinamento da empresa do autor)**

A aplicação do 5S traz os seguintes benefícios:

- **Desempenho:** Cria as bases para o trabalho padronizado; aumenta a produtividade por reduzir tempos com procura, deslocamento, etc.; reduz interrupções na produção, criando um ambiente para o fluxo contínuo de materiais; etc.;
- **Pessoas:** Cria um ambiente de trabalho mais seguro e mais limpo; desenvolve o senso de propriedade, orgulho e motivação pelo trabalho; torna mais fácil a manutenção das melhorias implantadas;
- **Qualidade:** torna mais fácil a padronização do trabalho; faz com que os erros se tornem mais visíveis; reduz a probabilidade de falhas e produtos defeituosos.

Os passos do 5S estão divididos em palavras japonesas iniciadas com a letra "S", que são: Seiri, Seiton, Seiketsu, Seiso e Shitsuke.

- 1) **Seiri - (Selecionar)** – Manter somente o necessário, e na quantidade certa. Itens que certamente apóiam a operação e que são utilizados diariamente devem ser

mantidos no local de trabalho. Itens que são utilizados esporadicamente ou em excesso devem ser mantidos, porém a certa distância. Itens raramente utilizados, completamente desnecessários ou então em duplicidade, devem ser descartados. O desafio desta etapa é convencer as pessoas que certos itens podem ser descartados, pois freqüentemente existe a sensação de que eles podem ser novamente utilizados no futuro, mesmo quando não são sequer manuseados há anos. As vantagens do descarte são:

- Reduz as necessidades de espaço, estoques, gastos com sistema de armazenamento, transporte e seguros;
- Facilita o transporte interno, o arranjo físico, o controle de produção, a execução do trabalho no tempo previsto;
- Evita compra de componentes em duplicidade;
- Aumenta o retorno do capital empregado, e outros.

A prática dessa fase deve ser iniciada por meio da escolha de um local de trabalho para um evento de descarte. Fotos devem ser tiradas, com a finalidade de se caracterizar a condição encontrada, e um grupo deve ser instruído no que diz respeito às responsabilidades para a execução das atividades.

Tudo o que fizer parte do ambiente deve ser analisado e, o que for considerado como desnecessário deverá ser identificado e ter um destino definido (descarte, alocação em outro setor, conserto ou venda).

É importante que, antes do descarte, pessoas de outro setor sejam convidadas a avaliar o material, pois pode haver alguma coisa de seu interesse. Além disso, pessoas de outros setores podem opinar de forma mais imparcial.

- 2) Seiton - (Organizar) – “Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar”. O *layout* da área de trabalho deve ser planejado de forma que possibilite uma eficiente disposição e organização dos materiais. Controles visuais devem ser usados de forma clara e abundante para demarcar a localização de máquinas, estantes, ferramentas, corredores, *racks*, porta-pallets, etc. Isto propicia vantagens no ambiente de trabalho, como, por exemplo, a redução do tempo de procura de ferramentas, produtos, insumos, etc.

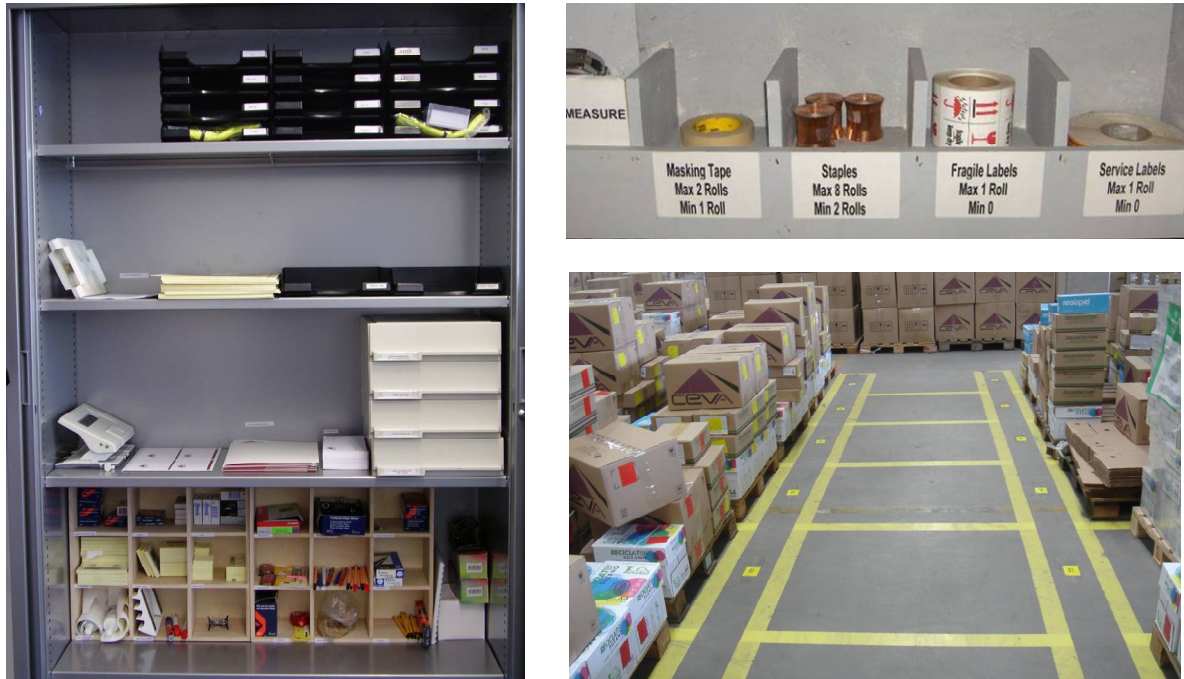
Essa fase implica em um estudo da velocidade necessária para pegar as coisas e colocá-las em seus devidos lugares. Os itens devem ser organizados e alocados em áreas devidamente demarcadas, de acordo com a sua frequência de uso, devendo estar identificados para facilitar a sua localização quando necessário (ex. *shadow board* - quadro de ferramentas ou materiais de limpeza sombreado, ver figura 3.17). A utilização de quantidades máximas e mínimas para reposição impede que exista excesso ou falta de materiais nas áreas.



**Figura 3.17: Exemplo de *shadow board*, quadro com marcação dos materiais de limpeza, o que permite identificar facilmente quando há algum item faltante (fonte: material de treinamento da empresa do autor)**

A figura 3.18 mostra alguns exemplos de organização.

- 3) Seiso - (Limpar) – Mais do que simplesmente limpar o local de trabalho, o terceiro “S” significa também dar manutenção predial, melhorar questões ergonômicas, pintar, trocar partes danificadas, inspecionar itens como iluminação, descarte de resíduos, proliferação de partículas, etc., eliminando assim causas potenciais de acidentes e trazendo benefícios para a saúde e segurança dos funcionários. A figura 3.19 mostra um exemplo de corredor de armazém limpo e bem iluminado.



**Figura 3.18: Exemplos de organização, com armários e itens devidamente identificados, bem como marcações no piso (fonte: material de treinamento da empresa do autor)**

Os objetivos são:

- Boa imagem da empresa, aumentando a confiança do cliente;
- Possibilidade de identificação de pontos causadores de contaminação;
- Maior satisfação do funcionário dentro de seu local de trabalho;
- Maior produtividade.

Na fase inicial de implantação, as pessoas de liderança devem participar da prática da limpeza, com a finalidade de estimular os funcionários. A atividade de limpeza coloca em evidência uma melhor aparência, que deve ser ressaltada como ponto positivo para que se consiga sua continuidade.

Durante a limpeza são identificadas as fontes geradoras de sujeira e contaminação, que devem ser devidamente avaliadas, para que suas causas-raiz sejam eliminadas. A manutenção da limpeza pode ser conseguida através da delegação de responsabilidades, como um cronograma no qual consta o nome do responsável, área e frequência da limpeza. Artifícios como determinar um responsável por cada corredor do armazém, ou associar cada operador de empilhadeira a seu respectivo equipamento também surtem resultados significativos.



**Figura 3.19: Exemplo de limpeza, com corredor limpo e bem iluminado. Notar as lixeiras na ponta dos corredores (fonte: material de treinamento da empresa do autor)**

- 4) Seiketsu – (Padronizar) – depois de cumpridas as fases anteriores, rotinas e práticas padrão devem ser estabelecidas para que todos compreendam e mantenham os três itens anteriores. Para isso são criados procedimentos padrão, diagramas de layout, cartazes e sinais visuais para reforçar o uso dos padrões.

Alguns exemplos de padronização são:

- SOP (*Standard Operational Procedure*, ou Procedimento Operacional Padrão. Procedimento visual com fotos e de fácil entendimento que explica como determinada tarefa deve ser realizada, como mostra a figura 3.20);
- Diagramas de layout;
- Tabelas de aplicação de materiais e insumos auxiliares;
- Demarcação de áreas;
- Demarcação de local para avaliação de produto segregado;
- Marcações visuais para monitoramentos (ex.: nível de estoque, posicionamento de pallets, controles de máximo e mínimo, etc. – ver figura 3.21);
- Criação de Planos Diários de Manutenção.





**Figura 3.20: Exemplo de SOP, Instrução Operacional Padrão que demonstra de forma simples e ilustrada como determinado processo deve ser executado (fonte: material de treinamento da empresa do autor)**



**Figura 3.21: Exemplos de controles visuais (fonte: material de treinamento da empresa do autor)**

- 5) *Shitsuke* – (Sustentar) – esta fase está ligada à manutenção sistêmica, de forma que atividades anteriormente explicadas se tornem habituais e auto-sustentáveis, para que todos as executem regularmente e garantam que os objetivos de uma operação enxuta sejam alcançados. Para tanto, deve ser criado e assumido um compromisso dos funcionários com todo o 5S, vinculando-o com outras atividades enxutas (criação de fluxo, eliminação dos desperdícios, *Kaizens*, *Kanbans*, etc.).

A mudança de hábito deve ser fortemente trabalhada pelos líderes, para que os funcionários se comprometam com o sistema.

Uma equipe de gerenciamento também deve ser criada para auditorias, com a finalidade de verificar a adesão à Padronização e à Manutenção do Padrão, fazendo uso de formulários de auditoria devidamente elaborados. Recomenda-se que esta equipe seja parte integrante da operação, e não uma equipe externa, de forma que todos adquiram senso de responsabilidade sobre o 5S. Posteriormente, os resultados devem ser divulgados, para que as pessoas tenham conhecimento dos pontos fortes e fracos e busquem a melhoria contínua do 5S, como mostra a figura 3.22.



**Figura 3.22: Quadro de acompanhamento do progresso do 5S (fonte: material de treinamento da empresa do autor)**

### **3.3.2. Trabalho padronizado**

O trabalho padronizado é o mais eficiente fluxo de trabalho estabelecido, que alcança, simultaneamente, mais segurança, qualidade e produtividade. Significa atingir o máximo desempenho com o mínimo de desperdício através da melhor combinação entre pessoas e processos. Seu objetivo é:



- Estabelecer a base para a melhoria contínua - Se a sequência de trabalho muda a cada vez, não existe uma base para avaliação de possíveis melhorias;
- Permitir o trabalho repetitivo – Os passos são sempre repetidos sempre da mesma forma, para manter a qualidade, garantir a segurança e evitar movimentos desnecessários;
- Definir quais os trabalhos que devem ser executados por todos de forma consistente.

Como mostra a “Casa do STP” da figura 2.3, o trabalho padronizado encontra-se na base, e é a chave para a melhoria contínua dos processos. Se cada funcionário executa certa atividade à sua maneira, promover a melhoria desta atividade torna-se uma tarefa árdua, pois além de buscar-se a melhoria daquele processo, ainda tem-se que certificar que cada funcionário, de forma individual, estará alinhado com o processo novo. A figura 3.23 mostra que, quando não existe trabalho padronizado (gráfico da esquerda), as melhorias acontecem, porém os antigos hábitos inevitavelmente retornam e a melhoria do processo deve recomeçar. O ganho total, portanto, leva tempo para atingir sua plenitude. O contraste é notório quando os padrões são utilizados para manter o desempenho (gráfico da direita). O trabalho padronizado permite à empresa manter seus níveis de desempenho e continuar a melhorar sem perder o impulso. O resultado é um ganho total muito melhor no mesmo espaço de tempo da situação anterior.

O trabalho padronizado constitui-se de três elementos:

- Tempo-ciclo: seu objetivo é obter a produtividade padrão de cada processo, e pode ser obtido através das observações de campo. A produtividade padrão permite alocar a quantidade necessária de recursos e ao mesmo tempo planejar a atividade ao longo do dia;
- Sequência padrão: Especifica a ordem das atividades de um operador em seu ciclo de trabalho;
- Buffer padrões nos processos: Significa definir a quantidade mínima e máxima de material necessária para manter um bom fluxo de trabalho, ou então a quantidade padrão a ser processada durante o ciclo de trabalho.

A figura 3.24 demonstra esses três elementos.

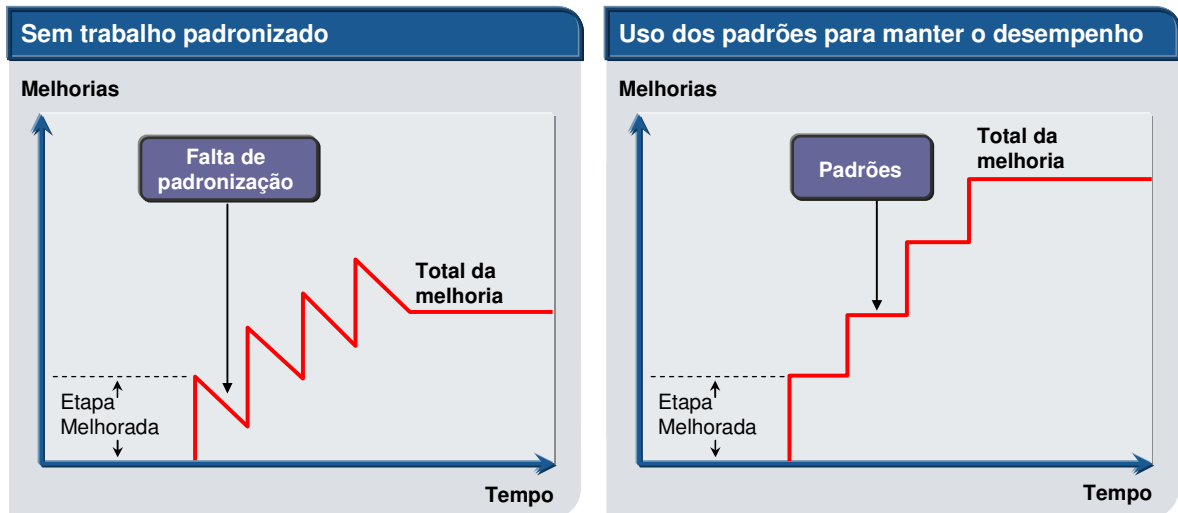


Figura 3.23: O trabalho padronizado como a chave para melhoria contínua dos processos (fonte: material de treinamento da empresa do autor)

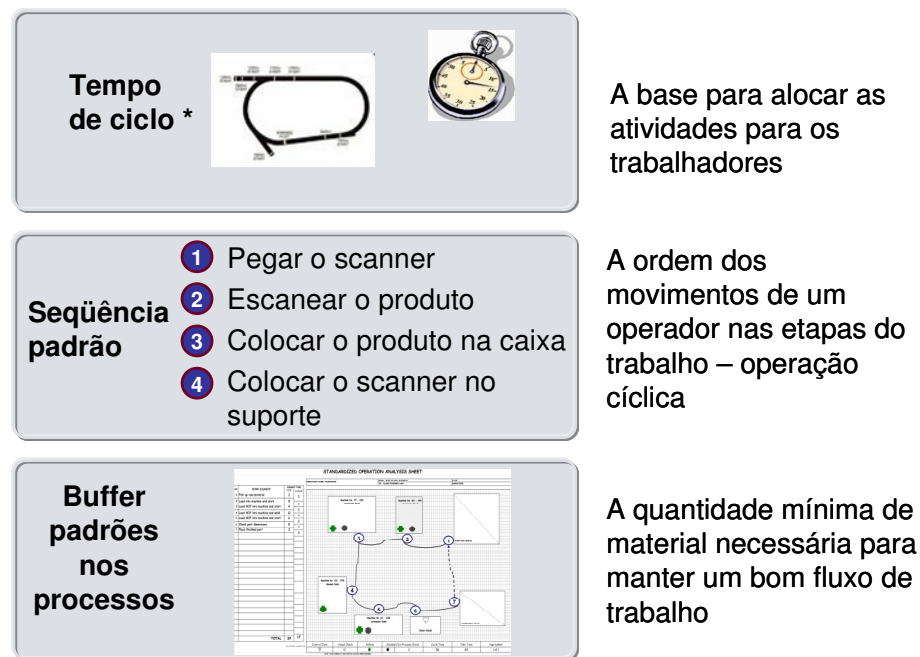


Figura 3.24: Os três elementos do trabalho padronizado (fonte: material de treinamento da empresa do autor)

Sempre que um processo é melhorado, sua nova produtividade deve ser determinada através da medição do novo tempo-ciclo. A comparação entre o tempo-ciclo antigo e o novo é importante para se calcular o ganho de produtividade.

O cálculo da produtividade pode ser obtido através da média ponderada dos tempos-ciclos medidos do melhor operador, acrescida de um fator de anormalidades e posteriormente de um fator de segurança que deve ser proporcional à variabilidade do processo.

O fator de anormalidades representa um acréscimo no tempo ciclo, normalmente entre 8% e 12%, variando de acordo com a quantidade de anormalidades existentes no processo, como parada de equipamentos, congestionamento de docas, problemas de inventário, etc. Pode também variar de acordo com as interrupções aceitáveis da mão-de-obra, como por exemplo: ida ao banheiro, parada para cigarro, descanso regulamentar por esforço físico ou ambiente insalubre, etc.

Uma das grandes diferenças entre uma atividade logística de armazenagem e uma atividade de manufatura é a alta variabilidade da primeira. O fator de segurança é proporcional à variabilidade da demanda do processo. Ele não é padrão e deve ser decidido junto aos responsáveis pela operação, como maneira de garantir que todas as partes irão concordar durante o planejamento horário das atividades. O fator de segurança tipicamente está em torno de 10%, porém, em processos de maior variabilidade, pode alcançar valores de até 50%.

Um exemplo de um cálculo de produtividade de um processo de *picking* (separação de materiais no estoque) seria:

Medições de tempo ciclo do melhor operador:

Observação 1: 48 seg./linha de *picking*, 82 linhas medidas

Observação 2: 42 seg./linha de *picking*, 70 linhas medidas

Observação 3: 47 seg./linha de *picking*, 90 linhas medidas

Observação 4: 57 seg./linha de *picking*, 42 linhas medidas

Fatores a serem considerados:

Fator de anormalidades a ser considerado: 12%

Fator de segurança devido à variabilidade: 10%

Cálculo da produtividade:

$$\begin{aligned}\text{Tempo-ciclo médio} &= \frac{(48 \times 82) + (42 \times 70) + (47 \times 90) + (57 \times 42)}{(82 + 70 + 90 + 42)} \\ &= \mathbf{47,54 \text{ seg/linha de pedido}}\end{aligned}$$

Tempo-ciclo para programação de recursos

$$= 47,54 \text{ seg/linha} \times (1 + 12\%) \times (1 + 10\%) = \mathbf{58,56 \text{ seg/linha}}$$

$$\text{Produtividade horária} = \frac{3600 \text{ seg/hora}}{58,56} = 61,47 \rightarrow \mathbf{61 \text{ linhas /hora}}$$

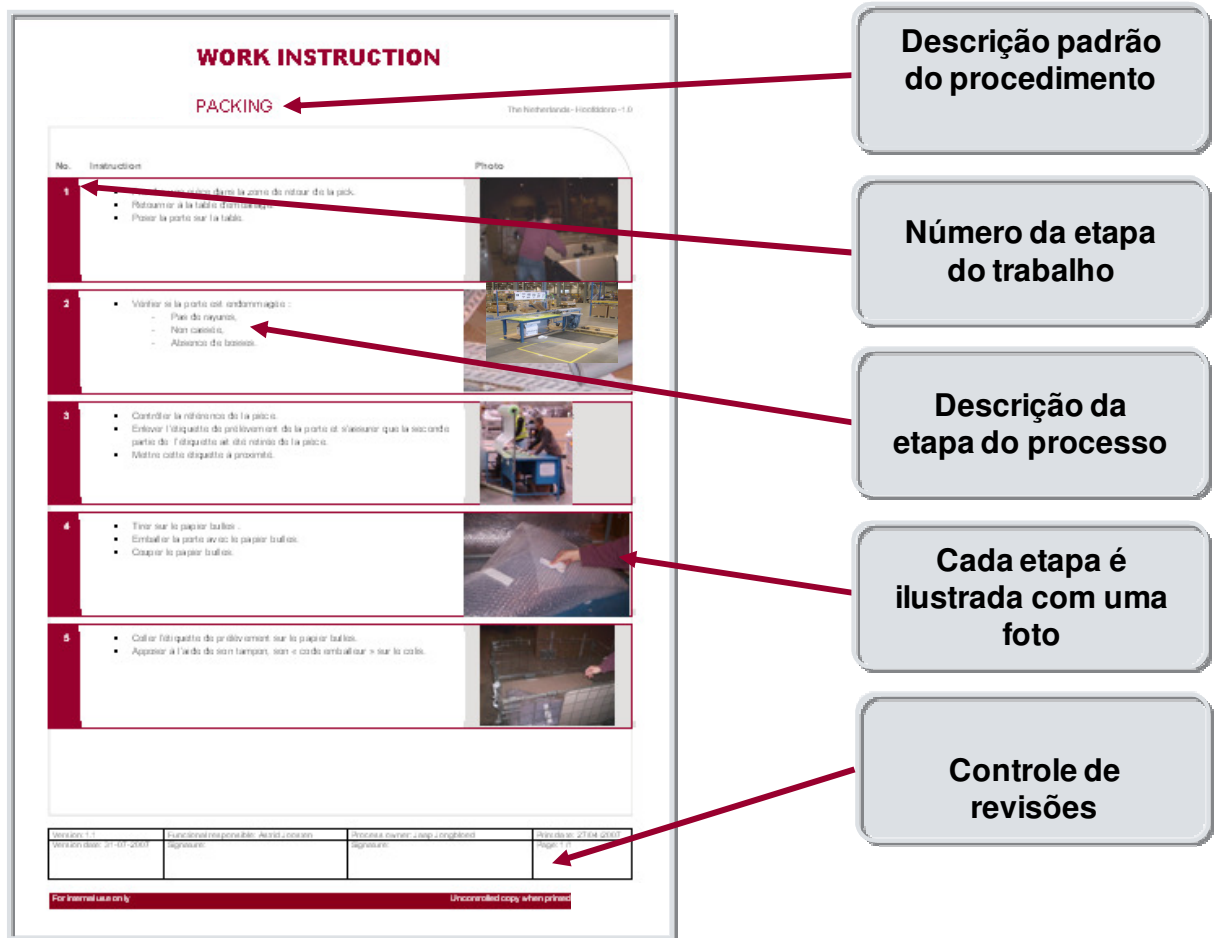
Ou seja, a produtividade padrão deste processo é de 61 linhas de pedido por hora. Esta é a produtividade que deve ser considerada ao programar os recursos para realizar a tarefa de *picking* considerada no exemplo. O ideal é alocar 61 pedidos por hora para cada funcionário e acompanhar o progresso da atividade ao longo do dia, o que será visto no tópico seguinte, *Progresso Horário*.

Durante a medição dos tempos-ciclos, deve-se certificar que as diferentes situações ou mix de produtos estão sendo considerados. Em casos onde estas situações apresentam tempos-ciclos muito diferentes, pode-se dividir as observações em famílias e calcular a produtividade de cada uma delas separadamente.

Após definido o tempo-ciclo padrão de um processo, sua sequência padrão deve ser evidenciada em cada área na forma de uma instrução operacional padrão, ou SOP (*Standard Operational Procedure*), ilustrado na figura 3.20 e também na figura 3.25.

As principais características de um SOP são:

- Deve possuir uma descrição visual e precisa de cada etapa do processo;
- Deve ser claro, de forma que todos possam compreender rapidamente;
- Deve ser criado, documentado e atualizado pelos responsáveis pela atividade;
- Alguém específico deve ser responsável por sua manutenção e acompanhamento;
- As etapas padrão devem ser discutidas pelos coordenadores nas reuniões de *performance* sempre que desvios forem notados.
- O processo deve ser regularmente acompanhado pelos coordenadores para se garantir que o padrão está sendo seguido
- O SOP deve estar localizado na estação ou local de trabalho de forma bem visível a todos operadores. Instruções de trabalho mais detalhadas (como procedimentos ISO, por exemplo), podem ficar próximos em uma área mais reservada, de fácil acesso para consulta.



**Figura 3.25: Principais elementos de um SOP (fonte: autor)**

O último elemento da padronização é a definição do *buffer* padrão nos processos, ou seja, a quantidade de material existente na estação de trabalho e a quantidade de material que deve ser processada de cada vez. Esta quantidade deve sempre ser calculada procurando-se manter um lote mínimo no local de trabalho e utilizando um sistema *kanban* para a chamada de material.

### 3.3.3. Controle de progresso horário

Os objetivos de se controlar o progresso horário das atividades são:

- Compreender de forma clara e visual, em tempo real, como está o andamento do trabalho em comparação com o *takt-time* da atividade;
- Delegar as tarefas aos componentes da equipe de forma cadenciada ao longo do dia, com base na produtividade padrão dos processos;

- Munir os coordenadores de uma ferramenta que possibilite o planejamento dos recursos necessários para cumprir as metas diárias;
- Ajudar os coordenadores a resolver problemas tão logo eles ocorram, não precisando aguardar até o final do dia para apurar os resultados, somente então tomando as devidas ações;
- Possibilitar uma avaliação individual de desempenho de cada funcionário.

As principais ferramentas usadas para acompanhar o progresso da operação são: *Heijunka Box* e Quadros de Acompanhamento.

*Heijunka* é uma palavra japonesa que significa nivelamento, um dos princípios básicos da produção enxuta que se encontra na base da “Casa do STP” como mostra a figura 2.3.

O *Heijunka Box* é uma espécie de escaninho que ajuda a nivelar ou cadenciar a carga de trabalho ao longo do tempo. A figura 3.26 mostra um exemplo de *Heijunka Box* e seus principais elementos.

Cada fileira do *Heijunka Box* representa um indivíduo, ou em alguns casos, quando a quantidade de indivíduos é muito grande, pode representar um processo inteiro. Cada orifício no sentido das colunas representa um intervalo de tempo de trabalho - normalmente horário. Desta forma, as ordens de serviço ou *kanbans* são distribuídos entre os operadores - preferencialmente no início do turno, se as ordens já estiverem disponíveis. O objetivo é aproveitar quando o lead-time da emissão das ordens até sua execução é suficientemente elevado, de forma que se têm um lote grande bastante para ser distribuído entre os operadores antecipadamente. A distribuição destas ordens é feita de acordo com a produtividade padrão do processo.

O uso do *Heijunka Box* permite aos coordenadores:

- Acompanhar o progresso da atividade em tempo-real, sabendo se estão adiantados ou atrasados;
- Cadenciar a carga de trabalho, evitando picos ou vales;
- Planejar a utilização dos funcionários, sabendo antecipadamente se estará faltando ou sobrando pessoas para cumprir as metas. No primeiro caso, recursos extras são ser providenciados (por exemplo, de outras áreas, temporários, etc.); no segundo caso, funcionários são direcionados para outras tarefas, ou dispensados, etc.

- “Puxar” a produção, controlando a nível horário a quantidade de ordens que cada funcionário está processando, evitando com isso que operadores produzam menos intencionalmente;
- Compreender a produtividade individual de cada funcionário, identificando aqueles que apresentam maior dificuldade.

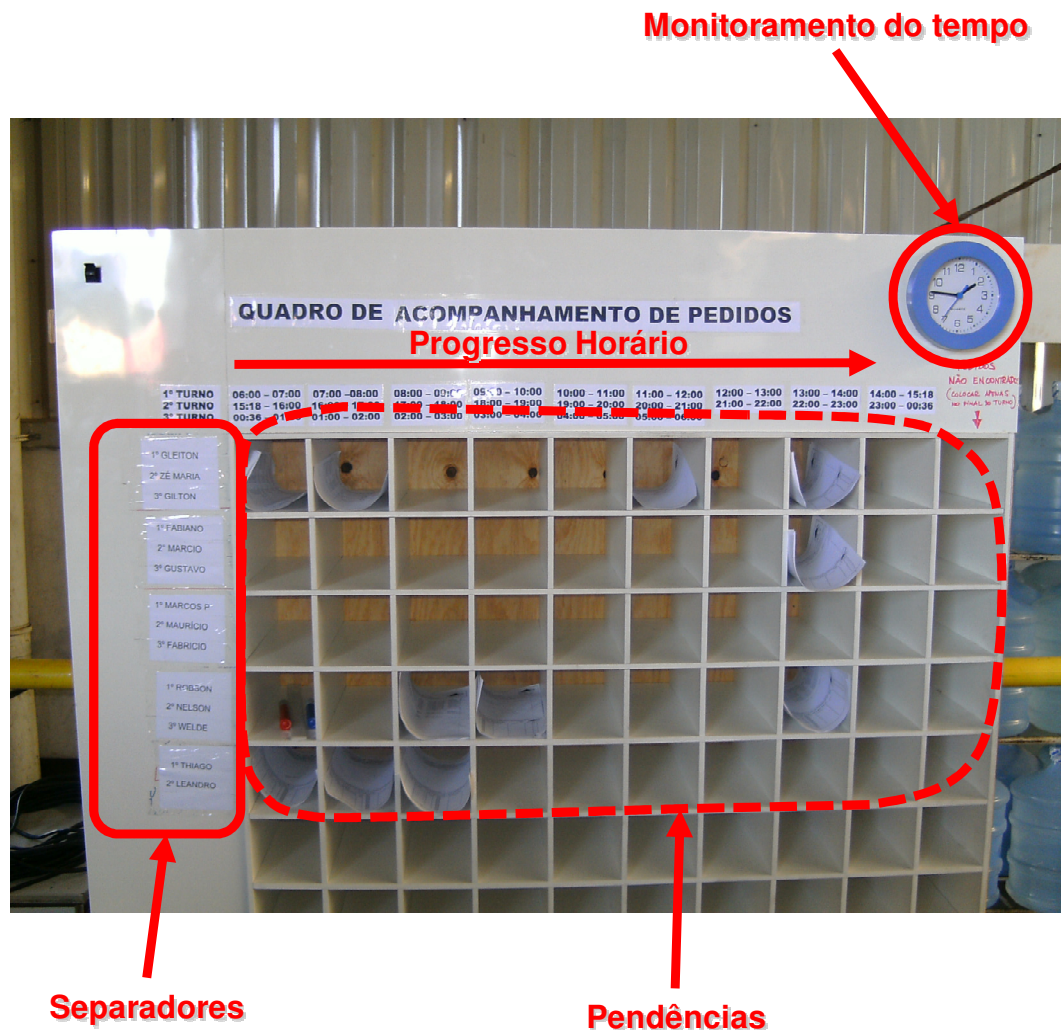


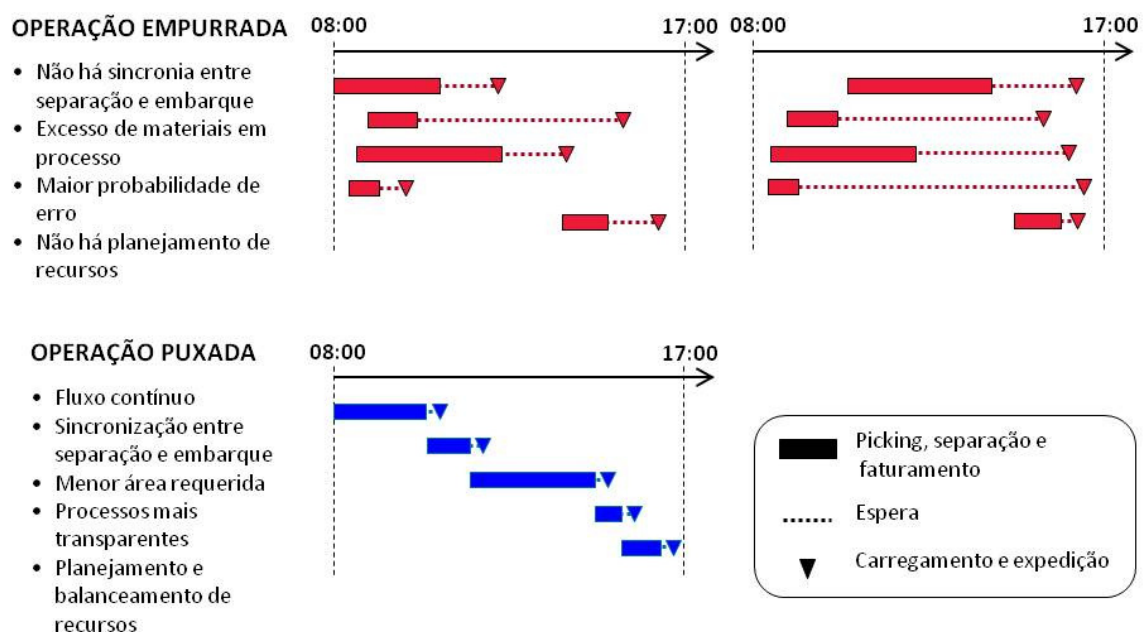
Figura 3.26: Elementos de um *Heijunka Box* (fonte: autor)

As ordens de serviço ou *kanbans* podem ser pedidos de *picking*, não se restringindo a esta atividade, podendo também ser usado em quaisquer situação que utilize algum sistema *kanban* e seja passível de cadência ao longo do tempo.

Deve-se manter o *Heijunka Box* sempre atualizado, fazendo com que os coordenadores o utilizem como principal ferramenta de trabalho e gerenciem sua equipe regularmente ao

longo do dia, com base no andamento exibido no quadro. A utilização do *Heijunka* em um ambiente gerenciado por WMS (*Warehouse Management System*, ou Sistema de Gestão de Armazéns) torna-se ainda mais difícil, pois normalmente há confiança em demasia no sistema, o qual muitas vezes não possibilita uma gestão eficiente e visual do cumprimento das metas.

Finalmente, o *Heijunka Box* permite programar a separação de peças conforme um prévio planejamento de expedição de cargas, possibilitando a criação de um ambiente puxado em um Centro de Distribuição. A idéia é agendar os horários de saída dos caminhões por rota de expedição. Desta forma, com base na quantidade de pedidos a serem pedidos por rota e no tempo ciclo da separação, antecipa-se a atividade de *picking* de forma que exista tempo suficiente para coletar as peças, carregar os veículos e preparar a documentação de saída. A figura 3.27 mostra a diferença entre um armazém puxado e o empurrado. No armazém puxado, existe sincronia entre as atividades de separação e de expedição, possibilitando o uso de menos espaço nas docas, melhor balanceamento e utilização de recursos, e redução na quantidade de erros de despacho (pois não há o acúmulo de materiais na saída).



**Figura 3.27:** Armazém empurrado versus puxado (fonte: autor)

Outra ferramenta que possibilita uma gestão visual do progresso horário é o Quadro de Acompanhamento. De funcionamento semelhante ao *Heijunka Box*, o quadro permite definir metas horárias, programar os recursos e registrar o cumprimento das metas ao longo do dia. O quadro é utilizado quando o *lead-time* das ordens de trabalho não é grande o suficiente para



possibilitar sua cadência antecipada, ou quando simplesmente não existem *kanbans* na forma de documentos que possibilitem esta atividade de programação (por exemplo, caminhões chegando sem aviso prévio de embarque, atividades de manufatura em linha de produção, etc.). A figura 3.28 mostra um exemplo de Quadro de Acompanhamento.

LIKER (2005) mostra o funcionamento de um Quadro de Acompanhamento, utilizado na atividade de separação de peças em um Centro de Distribuição da Toyota na cidade de Hebron - EUA, conforme mostra a figura 3.29.

Neste exemplo, os pedidos já estão disponibilizados no sistema antes do início das atividades. O próprio sistema já se encarrega de dividir os pedidos em lotes de 15 minutos de separação, com base no tempo-ciclo previamente alimentado no sistema. Desta forma, o supervisor de equipe preenche o Quadro de Acompanhamento com a data, o número de peças e lotes (2.838, que no exemplo representam 82 lotes de 15 minutos). O *takt-time* é então calculado, com base no tempo disponível e na quantidade de lotes ( $420 \text{ minutos} \div 82 \text{ lotes}$ , resultando num *takt-time* de 5,1 minutos por lote). Se cada separador leva 15 minutos para processar um lote e o *takt-time* é de 5,1 minutos, o supervisor calcula a necessidade de pessoas ( $15 \div 5,1$ , resultando em 2,9 funcionários).

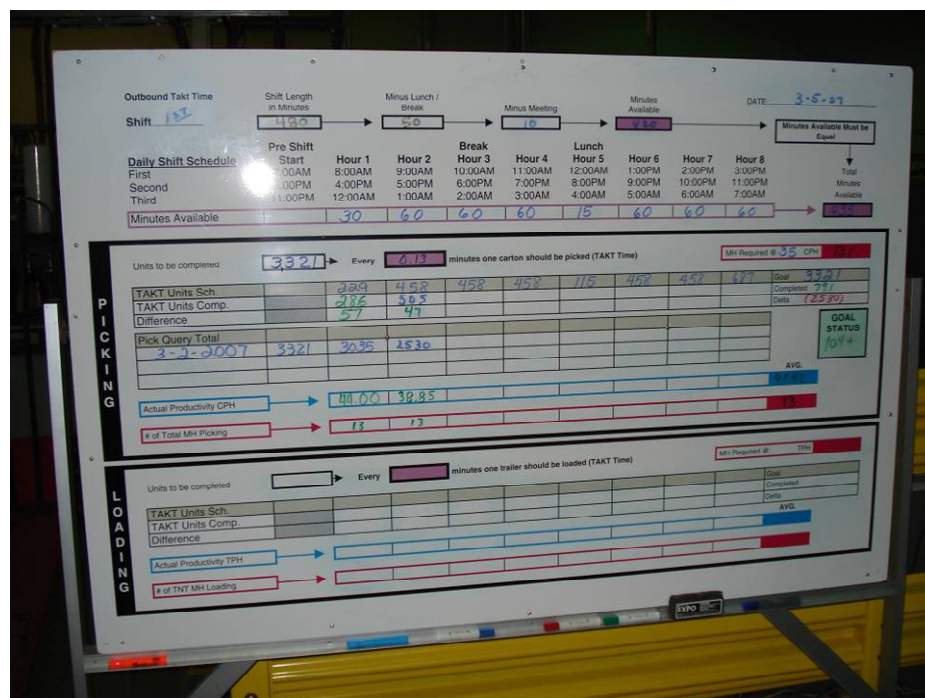


Figura 3.28: Exemplo de Quadro de Acompanhamento (fonte: material de treinamento da empresa do autor)

Quadro de controle de processo – coleta									
Hora	Jane	Bill	Linda	John	Plano	Plano	Comentários		
					Acum.	Acum.			
7:20	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	12 12 12 12	12 12 12 12	10:18 6/6 Quinta		
8:20	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	12 12 24 24	12 12 24 24	Peças de hoje 2838		
9:35	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	11 35		Lotes 82		
10:35	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	12 47		Takt de coleta		
12:20	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	12 59		Janela Lotes 420 / 82		
1:20	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	12 71		Takt-time = 5,1		
2:35	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	11 82		Potencial humano Ciclo Takt 15 / 5,1		
3:35	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4			Pessoas necessárias = 2,9		

Figura 3.29: Exemplo de Quadro de Acompanhamento do CD da Toyota (LIKER, 2005)

Desta forma, o supervisor escolhe três dos membros da equipe para processarem os pedidos daquele dia. No exemplo, ele escolhe, portanto, outra tarefa para John. Se cada um dos outros três funcionários irão separar quatro lotes de pedidos por hora (pois levam 15 minutos por lote), o supervisor irá anotar no plano a meta de 12 lotes por hora no total, podendo variar para 11 lotes caso haja algum intervalo naquela janela. No início de cada rota de coleta de 15 minutos, os separadores colocam um pequeno imã redondo no lote que estão retirando – um imã verde quando estão no prazo e um vermelho quando estão atrasados. Quando a janela horária termina, o separador anota no quadro a quantidade de lotes que foi processada. Desta forma, os funcionários automaticamente saberão se estão atrasando e farão um esforço extra ou pedirão ajuda para manter o plano. Os supervisores são capazes de, numa só olhada, identificar o estado da operação. Além disso, o quadro auxilia a reforçar um fluxo contínuo de trabalho ao longo do dia.

O *Heijunka Box* e os Quadros de Acompanhamento provam que, por mais que uma operação seja gerenciada por complexos sistemas computacionais, o STP mostra que os principais meios que regulam as operações diárias são as ferramentas visuais – fazendo a diferença no cumprimento das metas de nível de serviço.

### 3.3.4. Gestão da *Performance*

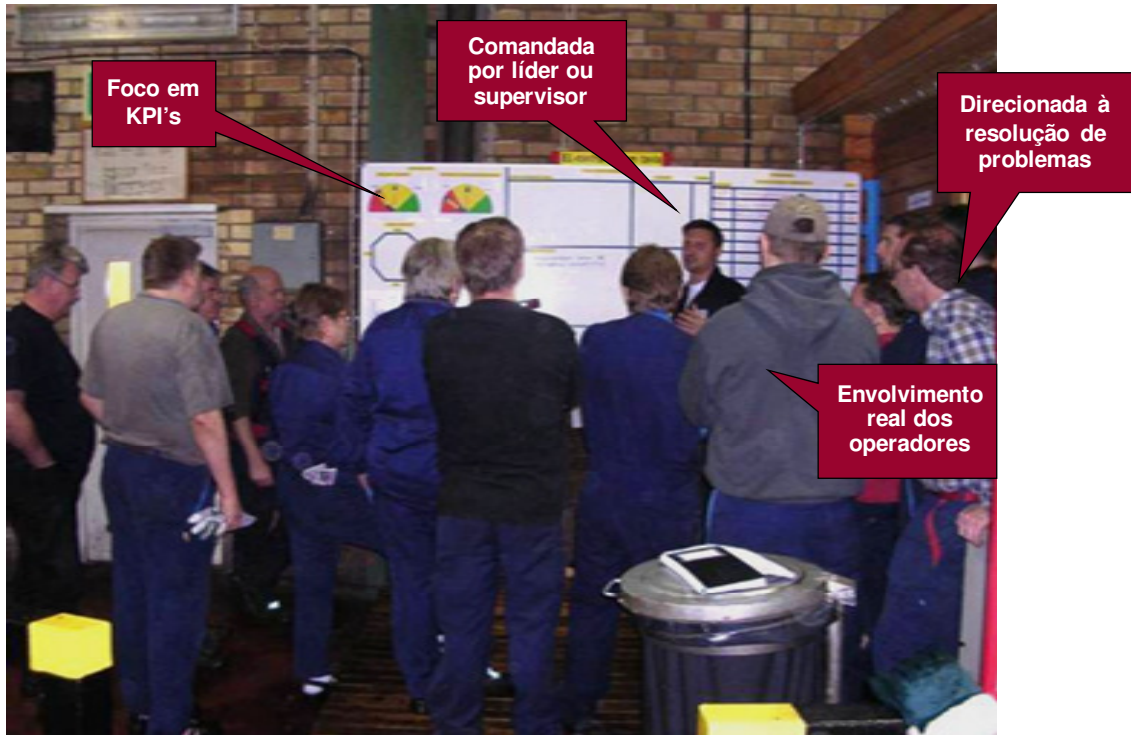
Chama-se “Gestão da *Performance*” a atividade de definir métricas e objetivos, acompanhar o desempenho – discutindo os problemas, causas-raiz e soluções de forma sistemática – e garantir o reconhecimento ou tomar as ações necessárias quando os resultados estão respectivamente acima ou abaixo dos objetivos traçados. A idéia é garantir que cada funcionário da organização saiba seus objetivos, compreenda seu desempenho e entenda quais as ações a serem tomadas para atingir as metas. Cada funcionário deve saber, sobretudo, que haverá conseqüências – positivas ou negativas – para o resultado alcançado.

A Gestão da *Performance* pressupõe que os resultados sejam mensurados e discutidos nos vários níveis da organização. É natural que os KPI's (*Key Performance Indicators*, ou Indicadores Chave de *Performance*) sejam adaptados para cada nível de forma que atendam aos interesses específicos, tanto de um Diretor quanto de um Supervisor de equipe. Da mesma forma, a frequência de revisão dos resultados deve ser diferenciada para os diferentes níveis hierárquicos. Por exemplo, deseja-se que a revisão dos resultados entre coordenadores de equipe e funcionários operacionais seja diária; já a revisão entre Supervisores e Gerentes de Operação seja semanal ou mensal.

Observa-se, no entanto, que em muitos casos, não existe esta revisão da *performance* a nível operacional, e tampouco são definidos indicadores que possam ser discutidos diariamente de forma clara e simples.

São características de bons indicadores a serem utilizados a nível operacional:

- Focados: não genéricos, ou seja, devem medir um processo ou problema específico, e não somente dizer se “o dia foi bom ou ruim”;
- Alinhados com os objetivos da organização: devem refletir a estratégia da empresa, evitando que indicadores sem sentido ou fora de nosso controle sejam medidos, por exemplo: “quantidade de baterias de empilhadeira carregadas”, ou “quantidade de pedidos recebidos”;
- Balanceados: deseja-se uma carteira de indicadores variada que possa abranger diversos aspectos operacionais, sem exagerar na quantidade de KPI's, o que poderia ser danoso para uma revisão de *performance* produtiva;
- Simples: Os indicadores devem ser simples o suficiente, de forma que qualquer operador possa explicá-lo.



**Figura 3.30:** Exemplo de reunião de *performance* (fonte: material de treinamento da empresa do autor)

A revisão da *performance* dá-se por meio das Reuniões de *Performance* – uma reunião que desejavelmente ocorre no início de cada turno, na qual é feita uma atualização curta e orientada a ações para todos operadores, como eles estão indo, o que é esperado deles, problemas comuns e quais são os próximos passos. A figura 3.30 ilustra uma Reunião de *Performance*.

São características da reunião de *performance*:

- Duração: de 5 minutos a, no máximo, 15 minutos; os indicadores devem estar previamente preparados para discussão;
- A reunião deve ser feita no mesmo lugar e horário diariamente, com os mesmos participantes da equipe. Deve ser feita mesmo que alguns participantes não possam comparecer;
- Os indicadores devem ser colocados em um quadro chamado “Quadro de *Performance*”. Estes indicadores devem ser de simples atualização (de preferência feita à mão). A reunião deve ser feita sempre em frente ao quadro, onde os indicadores são explicados e discutidos;
- Os participantes devem estar de pé e voltados para o quadro, evitando-se comportamentos inadequados, como conversas paralelas, uso de celular, etc.;

- Os supervisores devem abordar em detalhes os indicadores de *performance*, discutir os resultados e compartilhar quaisquer informações relevantes. Problemas devem ser identificados, os responsáveis e os prazos devem ser formalmente definidos (em área específica do quadro para tal);
- Problemas mais complexos devem ser levados em uma reunião à parte para solução; ao mesmo tempo deve-se evitar despendar muito tempo em problemas pequenos sem importância relevante (*micro-management*);
- Devem-se evitar comportamentos críticos ou defensivos, ou buscar culpados pelos problemas da operação;
- Ao sair da reunião, os membros devem saber claramente quais são seus próximos passos individuais.

Uma Gestão da *Performance* efetiva deve contar com incentivos ou conseqüências para uma boa ou má *performance*, bem como desenvolver oportunidades e talentos individuais.

Os incentivos são importantes para reter os funcionários de melhor *performance* e motivar o time como um todo. Não consistem somente em recompensas financeiras, mas também em reconhecimento em público, como por exemplo, um quadro de “funcionário do mês” ou um destaque na reunião de *performance*.

Já as conseqüências devidas a um mau desempenho devem ser eficazes para garantir o desenvolvimento da força de trabalho, e devem ser aplicadas constantemente. Podem variar desde uma conversa em particular com o funcionário ou time problemático, buscando identificar a causa raiz do problema; ou até mesmo um desligamento, passando pela suspensão, advertência, etc.

Finalmente, as reuniões de *performance* são fundamentais para identificar e desenvolver as necessidades individuais, além de criar as oportunidades corretas para determinadas pessoas. A avaliação de talentos direciona as ações decisivas sobre promoções, mudanças laterais e demissões.





No Brasil, o principal negócio da empresa é o de Contratos Logísticos, especialmente gerenciamento de armazéns e operações industriais de movimentação interna e abastecimento de linhas de produção.

O estudo de caso a seguir demonstra a implantação de conceitos *Lean* através da aplicação das ferramentas expostas em uma das operações da empresa, mais especificamente em um Centro de Distribuição de peças automotivas de pós-venda.

Neste Centro de Distribuição são recebidas peças de fabricantes de autopeças nacionais, de fornecedores estrangeiros em regime de importação, e também diretamente da própria montadora. Após o recebimento, é feita uma padronização das peças em suas respectivas embalagens finais de prateleira, atividade que é chamada de confeccionamento. Os materiais são então estocados em suas respectivas locações de armazém, enquanto aguardam pedidos das concessionárias. Assim que os pedidos são disponibilizados, os materiais são separados (*picking*), unitizados na embalagem de transporte, faturados e carregados em seus respectivos caminhões. Os caminhões são então despachados através de rotas e de malhas de distribuição por todo território brasileiro, a fim de atingir as quase 500 concessionárias da marca no Brasil. Um serviço de pós-venda faz a ligação entre operação do armazém e a resposta das concessionárias quanto ao serviço prestado. A figura 4.2 mostra de forma simplificada o funcionamento deste Centro de Distribuição.

As atividades de programação de estoque, recebimento e disponibilização dos pedidos das concessionárias são executadas pela própria montadora, não fazendo parte do escopo de operações do operador logístico em questão. O transporte rodoviário é subcontratado, em sua maioria por transportadoras que possuem uma malha abrangente, e em alguns casos por caminhões agregados, cabendo ao operador logístico a gestão destes transportes.

Algumas informações relevantes deste Centro de Distribuição são:

- Área de armazém: 65.000 m<sup>2</sup>
- Turnos de operação: 2
- Locações de armazenagem: 70.000, distribuídas em: volumes auto-empilháveis, posições de porta-pallet e mezanino (peças pequenas)
- SKU's: 54.000
- Linhas de pedido por dia: 15.000
- WMS (*Warehouse Management System* – Sistema de Gerenciamento de Armazém): Sistema de propriedade do operador logístico – gerencia atividades

de: recebimento e padronização de peças, gerenciamento de estoque, recebimento e gestão de pedidos, faturamento e expedição de pedidos.

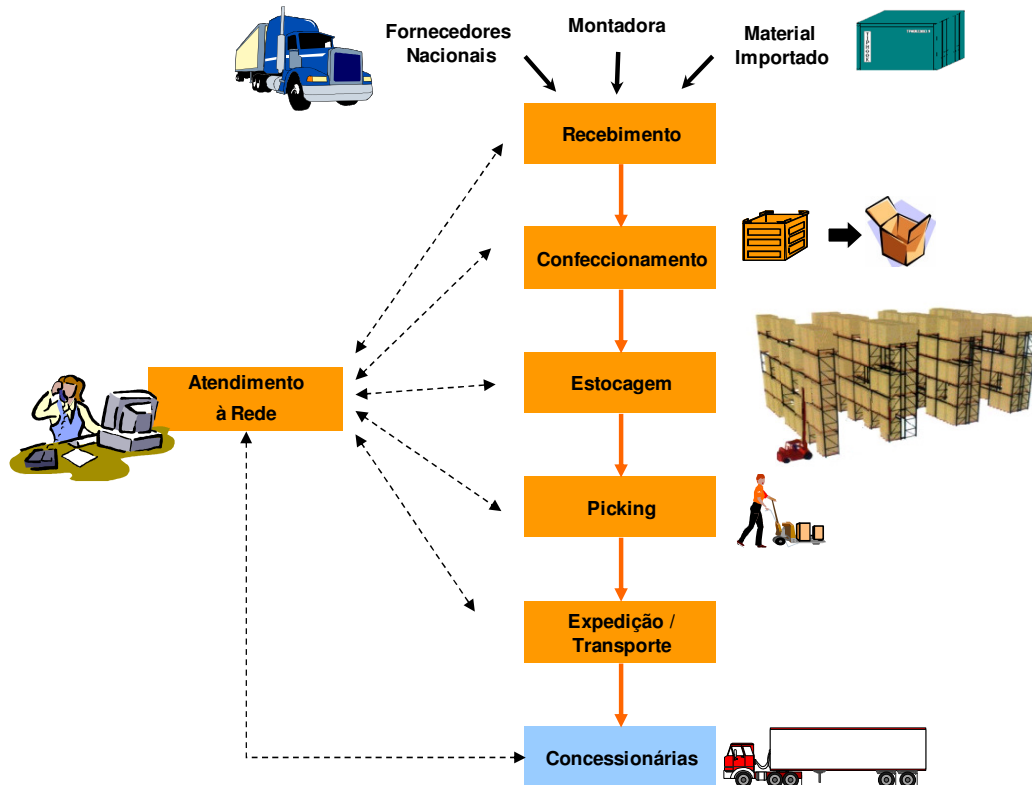


Figura 4.2: Etapas simplificadas da operação do CD do estudo de caso

Este estudo de caso divide-se em três etapas: diagnóstico, design e implantação.

## 4.2. Diagnóstico

### 4.2.1. MIFD

A primeira etapa do projeto foi o desenho do MIFD da operação. O objetivo foi compreender a operação do início ao fim, identificando processos e fluxos de materiais e de informação envolvidos, e ao mesmo tempo, identificar a quantidade de pessoas alocadas nos principais processos da operação. O MIFD iria ainda, possibilitar a visualização das principais



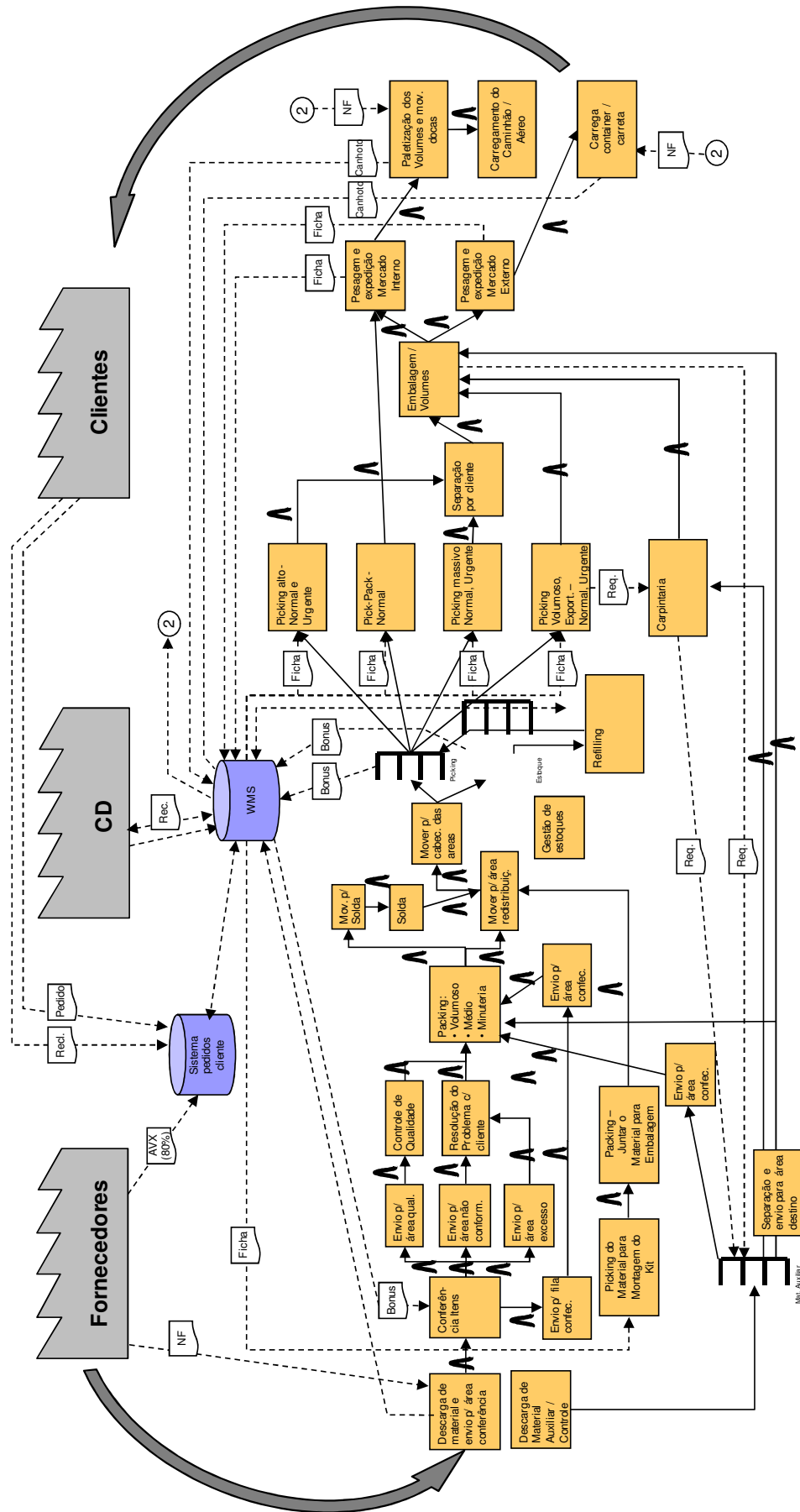


Figura 4.3: MIFD do Centro de Distribuição em estudo

áreas de acúmulo de material (*work-in-process*, ou material em processo), uma possível indicação de processamento em lotes e/ou desbalanceamento de recursos. A figura 4.3 mostra o MIFD obtido.

Uma análise do MIFD permite evidenciar a intrincada rede que compõe os diferentes fluxos de material, e a quantidade de acúmulos (ou estoques não controlados) entre um processo e outro. Pode-se ver, da esquerda para direita, os processos de recebimento e conferência de material, bem como o recebimento de material auxiliar (embalagens plásticas ou de papelão, proteções, *pallets*, madeira, etc.); em seguida têm-se os processos que compõe a atividade de confeccionamento (embalagem). No centro do MIFD encontra-se o estoque controlado, simbolizado por dois grupos diferentes: estoque (normalmente posições superiores dos porta-pallets, ou estantes), e locações de *picking* (em geral, o 1º e às vezes o 2º níveis dos porta-pallets). Estas podem ser alcançadas à mão, sem necessidade de empilhadeira, durante a coleta fracionada – a coleta em posições baixas é significativamente mais rápida e eficiente que em posições altas. Para a atividade de transferência de peças do estoque (locações altas) para as posições de *picking* (locações baixas), dá-se o nome de *refilling* – que também se encontra no MIFD. Em seguida tem-se o processo de *picking* (separação), e finalmente as atividades que fazem parte da expedição.

Os processos de *picking* foram divididos em quatro categorias principais:

- *Picking* alto: separação fracionada dos materiais nas posições mais elevadas dos porta-pallets, que é feita com empilhadeiras de patola com garfos retráteis ou com separadores de pedido (ver figura 4.4). Por se tratar de posições mais remotas, normalmente são itens de baixo consumo que não existem em estoque nas concessionárias. Por esta razão, seu pedido freqüentemente adquire o status de “urgente”.
- *Pick-pack*: separação fracionada dos materiais em posições baixas, com uso de paleteira (ver figura 4.5), diretamente na embalagem de consolidação, a fim de economizar tempo e enviar o material diretamente para a expedição. Devido ao fato dos materiais serem agrupados numa só embalagem, trata-se de pedidos grandes, com vários itens, feitos por uma só concessionária (normalmente de grande porte).
- *Picking* massivo: separação fracionada em posições baixas, com o uso de paleteira, de muitos pedidos pequenos (poucos itens cada um), de diferentes clientes, numa só corrida. Devido a este fato, os pedidos devem depois ser separados por concessionária nos chamados “*pigeon*

*holes*” (“ninho de pombo” – uma espécie de escaninho, onde cada orifício corresponde a uma concessionária, como mostra a figura 4.6).

- *Picking* volumoso ou exportação: separação não-fracionada, ou seja, de volumes inteiros (cestos, *pallets*, caçambas, etc.), quando os pedidos são grandes o suficiente que justifiquem a retirada deste porte. Os materiais volumosos (pára-choques, laterais e portas dos veículos, etc.), normalmente separados nessa modalidade, são posteriormente embalados numa área à parte.



**Figura 4.4:** Empilhadeira retrátil (esquerda) e separador de pedido (direita), usados para picking em locações altas



**Figura 4.5:** Paleteira manual, usada para picking em locações baixas



**Figura 4.6:** “*Pigeon holes*” de separação, usados para sorteamento dos itens entre os clientes

A partir do desenho do MIFD foi possível separar a quantidade de pessoas alocadas para cada atividade, bem como destacar alguns pontos críticos que foram constatados durante as observações. A figura 4.7 mostra, através de cores, a quantidade percentual de recursos alocados em cada grupo de atividade. A quantidade real de recursos está omitida a pedido da empresa, e foi coletada com o auxílio da equipe operacional e também da área de Recursos Humanos.

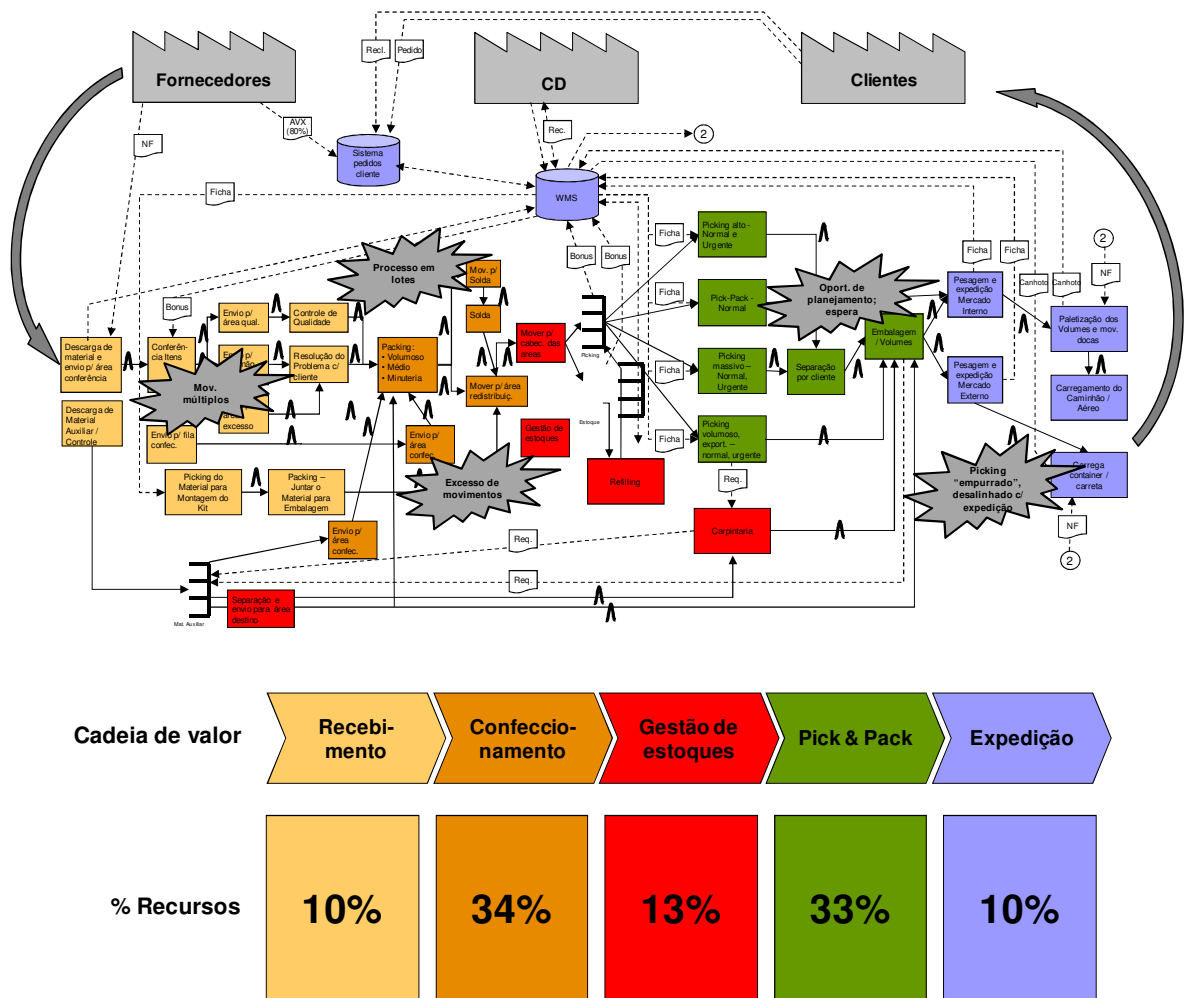


Figura 4.7: Distribuição da força de trabalho ao longo do MIFD.

Os pontos mais críticos desta operação destacados no MIFD foram:

- Movimentações múltiplas no recebimento: o material é movimentado inúmeras vezes, desde o momento que é retirado do caminhão até o momento que é disponibilizado para o confecção. O material é posicionado em diferentes *buffers* (acúmulos), dependendo do seu

status (recebido, conferido, com avaria, sem dados, em excesso, etc.), sendo movimentado múltiplas vezes na medida em que avança pelo processo. Em cada um desses *buffers*, o material é processado por um “departamento” diferente. Esse tipo de movimentação descontínua e em grandes lotes gera excesso de transporte, maior necessidade de espaço, maior *lead-time* (tempo de atravessamento) e maior probabilidade de problemas de qualidade. Além disso, favorece o aparecimento de *back-orders* (pedidos para itens que não se encontram no estoque - ou porque não existem no inventário, ou porque estão parados em algum ponto do recebimento aguardando por alguma operação – um contratempo, pois se mobiliza grande quantidade de pessoas para sua solução);

- Processo em lotes no confeccionamento: as atividades de embalagem são feitas de maneira descontínua, em lotes: montagem das caixas, inserção das peças, fechamento das caixas, etiquetagem, e movimentação das bancadas para os cestos metálicos de armazenagem – usualmente feitas em lotes de dezenas de peças. Este processamento em lotes ocupa mais espaço nas bancadas, aumenta o *lead-time* e facilita a ocorrência de erros (por exemplo, esquecer de etiquetar uma peça ou usar certo tipo de proteção no produto);
- Excesso de movimentos no confeccionamento: o processamento em lotes obriga o embalador a se movimentar consideravelmente, e a tocar na mesma embalagem muitas vezes. Além disso, a distância entre as bancadas de confeccionamento e o estoque de materiais auxiliares obriga os embaladores a se deslocarem consideravelmente para pegá-los;
- Oportunidade de planejamento no *picking*: constatou-se que a falta de planejamento de recursos na separação gera porções de tempo ocioso e de espera, especialmente em dias de baixa demanda. Além disso, a falta de controle sobre os pedidos e o não-nivelamento horário dos mesmos resultava em produtividades diferentes: alguns separadores partiam em missões horárias de *picking*, enquanto outros – normalmente funcionários menos engajados – saíam em missões algumas poucas vezes por dia. Isso proporciona o aparecimento de grandes tempos de espera e evidencia a oportunidade de planejamento desta operação;

- *Picking* “empurrado”: havia uma desconexão entre as atividades de *picking* e de expedição. Os materiais eram separados ao longo do dia, sendo massivamente enviados para as docas de expedição, independente de que horas seu respectivo caminhão irá partir. Os caminhões partem praticamente juntos, sempre à noite. Esta característica de operação ocupa mais área de docas, facilita erros (por exemplo, carregamento de certo volume no caminhão errado), e pode ser danosa ao nível de serviço (pois um item crítico, separado durante o dia, não será necessariamente carregado no caminhão que parte para a rota mais crítica em termos de prazo).

#### 4.2.2. Escolha das áreas de atuação e justificativa

Uma priorização das oportunidades encontradas indicou duas áreas nas quais a implantação deveria ser iniciada: confeccionamento e *picking*. Tal escolha deu-se a partir de duas razões principais:

- Quantidade de recursos envolvidos: verificou-se que estas duas áreas compreendem 67% dos recursos do armazém (vide figura 4.7). Considerando que os problemas identificados nestas duas áreas são evidentes, e que as oportunidades de melhoria nos processos são relativamente simples, o confeccionamento e o *picking* poderiam, com a aplicação de conceitos básicos do STP relativos à eliminação de desperdícios, proporcionar um ganho razoável de produtividade na operação.
- Nível de serviço: O armazém em questão já apresentava uma queda significativa no nível de serviço, tanto no de disponibilização quanto no de *picking*. O de disponibilização mede o percentual de materiais recebidos e disponibilizados para estoque dentro do prazo, passando pelo confeccionamento – estipulado contratualmente em 98% até D+2, ou seja, dois dias depois de recebido. O de *picking* mede o percentual de materiais separados e faturados para expedição dentro do prazo – estipulado contratualmente em 98% até D+2, ou seja, dois dias após o recebimento dos pedidos. Em ambos os casos, o nível de serviço já não

era atingido há 12 meses, época em que o armazém mudara de endereço e, simultaneamente, um novo WMS (*Warehouse Management System* – Sistema de Gestão de Armazéns) fora instalado. Sendo assim, as oportunidades encontradas no confeccionamento e no *picking* mostraram-se cruciais para uma recuperação do nível de serviço. A figura 4.8 mostra um histórico dos níveis de serviço de disponibilização e do *picking*, num período de 17 meses anteriores ao início do projeto. Estes dados foram coletados via sistema WMS, que registra todas as movimentações do armazém e exibe relatórios do histórico dos níveis de serviço.

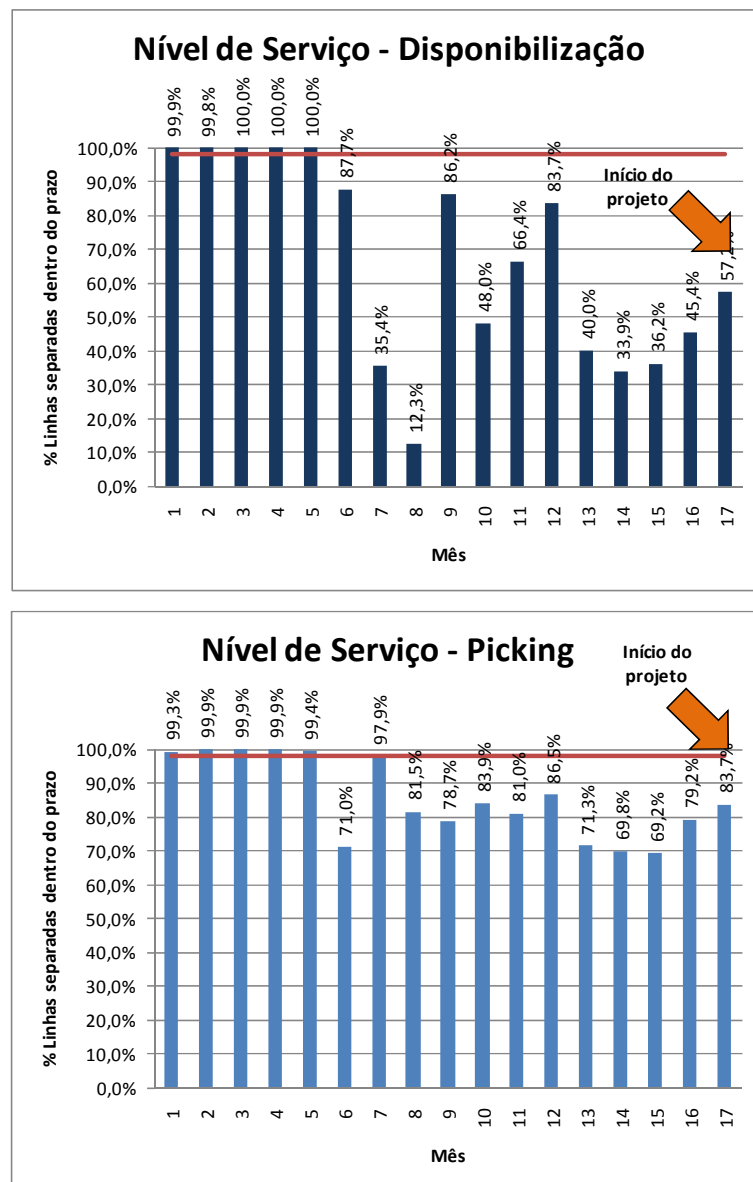


Figura 4.8: Histórico do nível de serviço antes do início da implantação

#### 4.2.3. Observações e OPE dos processos de confeccionamento (embalagem) e *picking* (separação)

A segunda etapa é a medição do tempo-ciclo dos processos de confeccionamento e de *picking*, para que, juntamente com os dados históricos de volume e de horas, fosse obtido o OPE (*Overall Process Efficiency* – Eficiência Global do Processo). Para a medição do tempo-ciclo, foram observadas várias amostras do processo de embalagem, a fim de abranger um universo grande suficiente de situações – diferentes tipos de embalagens (papelão, cartolina, saco plástico, etc.), diferentes tipos de proteções (isopor, VCI, isomanta, sem proteção, etc.) e diferentes QME (quantidades mínimas por embalagem – especifica quantas peças de um mesmo item devem estar contidas na embalagem). O mesmo ocorreu no caso do *picking*, onde diversas amostras de missões de separação foram observadas, abrangendo todas as modalidades de *picking* explicadas no item 4.2.1.

No caso do confeccionamento, estipulou-se como “tempo de valor agregado” o instante de tempo gasto para a colocação da peça dentro da embalagem e sua identificação através de etiqueta. Foram consideradas como “transporte” as atividades de movimentação de *racks* ou *pallets* de um local para outro (como por exemplo, a retirada de um cesto metálico de um ponto de embalagem até o local de disponibilização para estoque), bem como o deslocamento necessário para pegar o material auxiliar (embalagens, proteções, etc.). Considerou-se como “movimento” o tempo gasto manuseando as embalagens (montagem, colocação das proteções, empilhamento, fechamento, movimentação das mesas até os *racks*, etc.). E finalmente, foi considerado como “manipulação de dados” a atividade de preenchimento do *check-list* interno, um controle manual que indica qual foi o item embalado e em qual quantidade, a fim de possibilitar rastreabilidade, se necessário.

No caso do *picking*, o “tempo de valor agregado” foi relacionado aos pequenos instantes de tempo gastos na coleta de cada peça do estoque, e sua posterior colocação na caixa de coleta – não mais do que 3 ou 4 segundos por peça. Foram consideradas como “transporte” as atividades de preparação do volume de coleta e dos pedidos de *picking* (corte e ordenação das etiquetas). Como “movimento” foi considerado o deslocamento entre uma posição de *picking* e outra – o que efetivamente consumia a maior parte do tempo.

Os OPE's finais obtidos com as observações no confeccionamento e no *picking* são mostrados nas figuras 4.9 e 4.10, respectivamente.



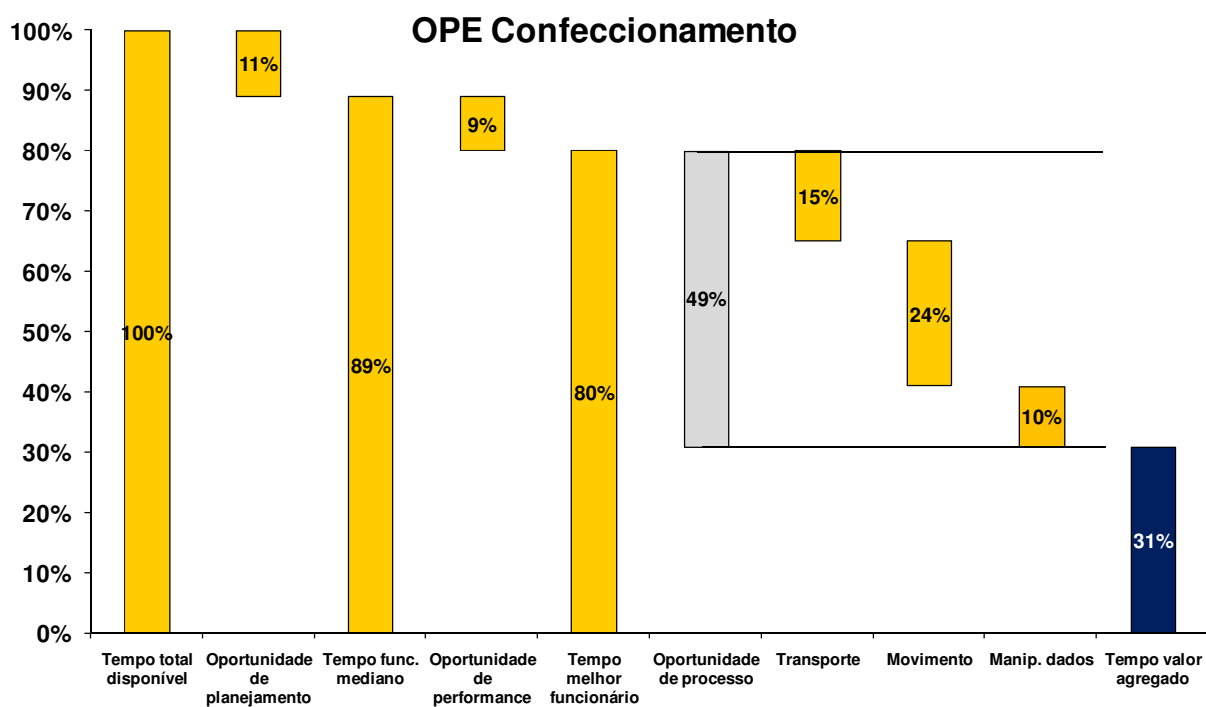


Figura 4.9: OPE obtido nas observações do confeccionamento

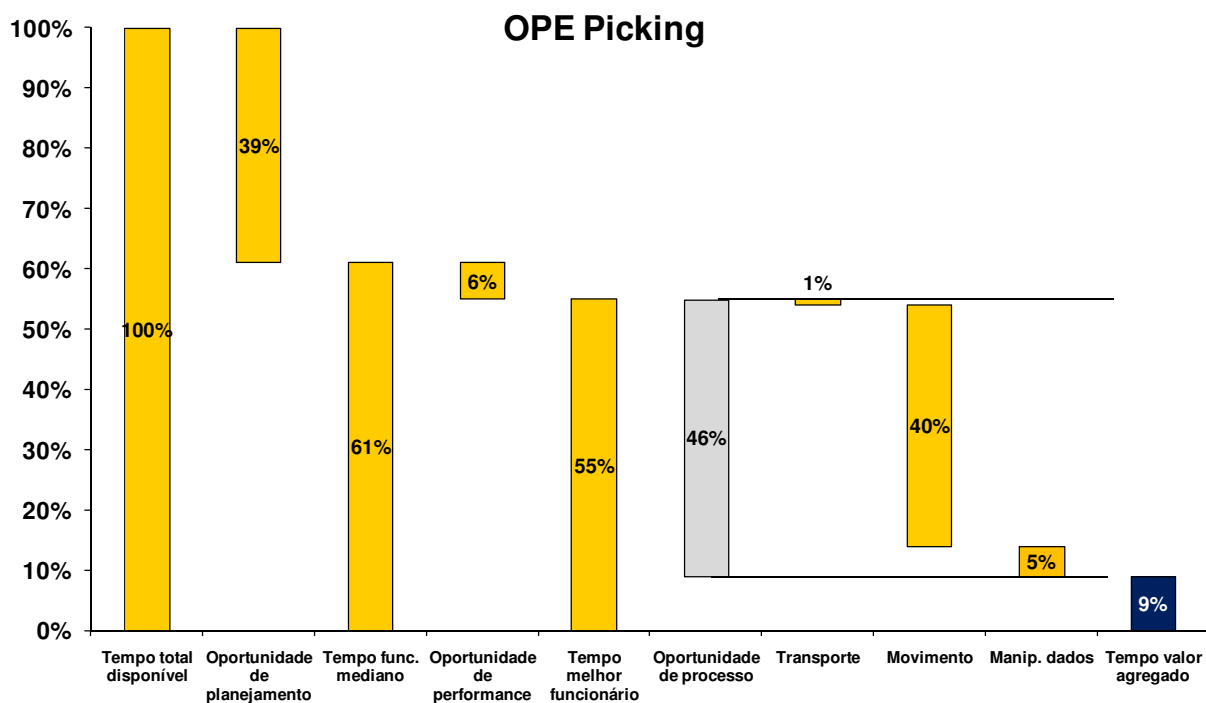


Figura 4.10: OPE obtido nas observações do *picking*

A análise dos OPE's obtidos mostra resultados importantes. Será feita em seguida uma análise das possíveis causas de oportunidades de planejamento, *performance* e processo, separadamente para o confeccionamento e *picking*.

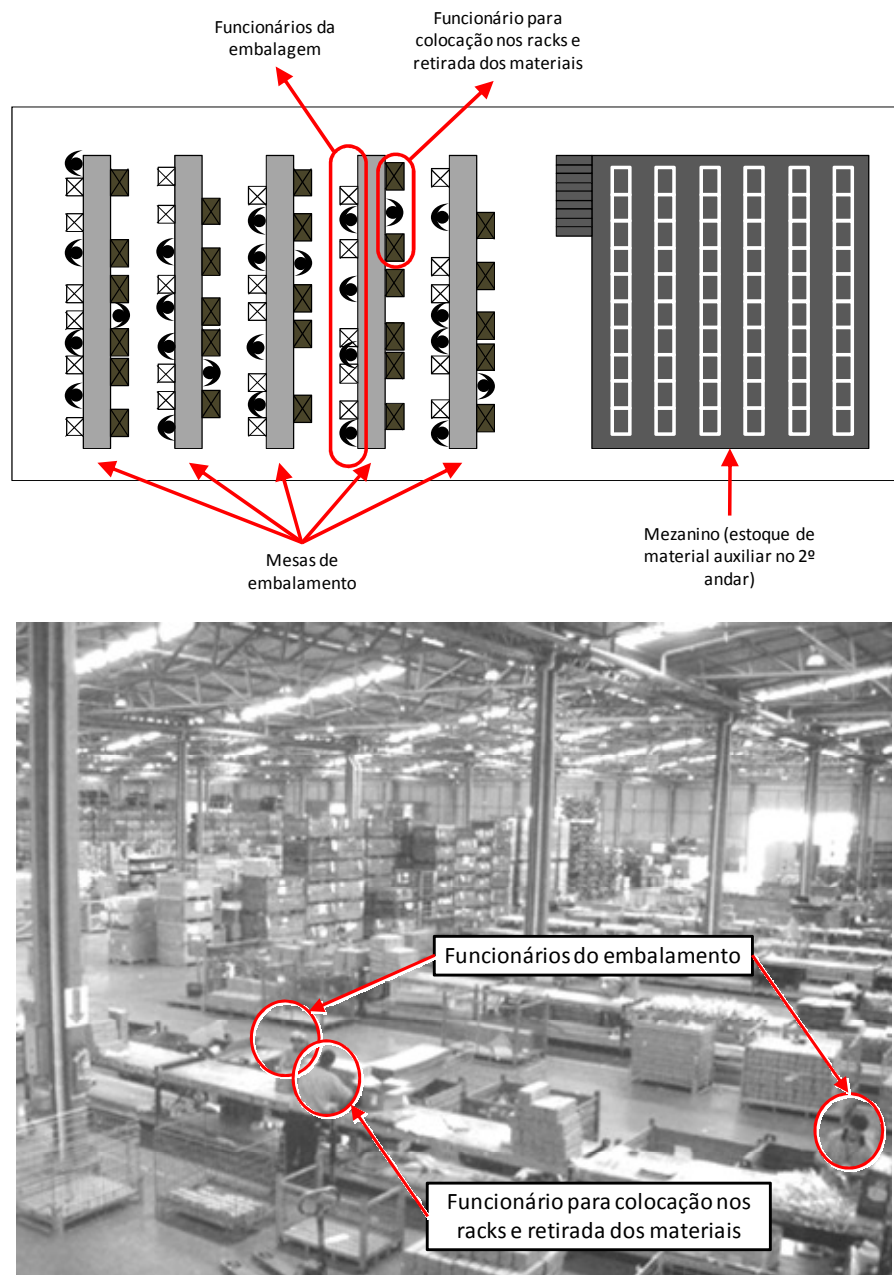
#### 4.2.3.1. Causas dos desperdícios encontrados no confeccionamento

No caso do confeccionamento, figura 4.9, percebe-se que as maiores oportunidades são as de “processo” (49%). As “oportunidades de planejamento” não são tão significativas (11%), pois não existe muita espera nem ociosidade no processo. Além disso, pelo fato dos funcionários do confeccionamento estarem agrupados em uma área não muito grande, as atividades desempenhadas por cada um são facilmente visíveis. O “tempo de valor agregado” é elevado (31%) - o que era de se esperar, pois uma parcela relativamente grande de tempo é despendida ao colocar as peças em suas respectivas embalagens.

A seguir são listadas as causas de desperdício para o confeccionamento:

##### 1) Oportunidades de planejamento

- a. Espera: a atividade era dividida em “departamentos”: Alguns funcionários eram responsáveis por embalar o material sobre as bancadas, enquanto outros eram responsáveis por retirar o material das bancadas e colocar nos *racks*, e posteriormente mover os *racks* das mesas para a área de disponibilização para estoque. Esta configuração do processo gera tempos de espera, especialmente dentre o segundo grupo de funcionários, além de criar um considerável acúmulo de materiais em processo – o que aumenta o lead-time. A figura 4.11 ilustra essa configuração e o *layout* da área.
- b. Planejamento limitado dos recursos: a quantidade de pessoas disponibilizadas para a embalagem era sempre a mesma, independente da quantidade de material recebido no armazém. Além disso, não existe um aviso prévio de chegada nem maneiras de se prever a demanda com antecedência.



**Figura 4.11: Configuração e *layout* da área de confeccionamento, evidenciando a divisão de tarefas dos funcionários da área, ou seja, a divisão em “departamentos”**

- c. Flexibilidade limitada dos recursos: os funcionários alocados na atividade de confeccionamento exercem atividades muito específicas. Nos períodos de pico de demanda, não havia outras pessoas habilitadas a exercer estas atividades a fim de reforçar a equipe. Da mesma maneira, nos períodos de baixa demanda, os funcionários do confeccionamento não podiam ser alocados em outras atividades por não possuírem conhecimento para tal.

- d. Variabilidade dos volumes: constatou-se certa variabilidade histórica na chegada de materiais no armazém. Como a quantidade a ser embalada era diferente a cada dia, verificava-se ociosidade dos recursos nos dias de baixa demanda.

## 2) Oportunidades de *performance*

- a. Falta de controle sobre a produtividade e definição de objetivos diários de *performance*: os resultados não eram mensurados nem compartilhados com os funcionários. Não havia métricas diárias de *performance* que indicassem aos operadores o desempenho da operação.
- b. Treinamento: verificou-se que havia funcionários novatos junto com veteranos, o que resulta em produtividades diferentes para cada um.
- c. Despadronização: as atividades eram executadas de maneiras diferentes por cada empregado, por não haver um padrão a ser seguido pelo time. Normalmente, funcionários mais experientes executavam a atividade da maneira mais produtiva.

## 3) Oportunidades de processo

- a. Excesso de movimento 1: a atividade de confeccionamento era executada em lotes, contrariando o fluxo unitário do STP. Por dispor de muito espaço sobre as mesas, os embaladores trabalhavam da seguinte maneira: abriam todas as caixas, preparavam todas as proteções, inseriam todas as peças nas caixas, fechavam todas as caixas, etiquetavam todas as caixas e finalmente colocavam todas as caixas no cesto de armazenagem. Este modelo de trabalho em lotes implica em alguns inconvenientes: múltiplos manuseios de material (excesso de movimentos), muito espaço utilizado, possibilidade de problemas de qualidade (embalagem na quantidade errada, esquecimento de uma proteção ou etiqueta, por exemplo). A figura 4.12 mostra um embalador trabalhando em lotes.
- b. Excesso de movimento 2: sempre que era necessário trocar um vasilhame (seja de matéria prima quanto de material embalado), o operador de empilhadeira deveria ser chamado verbalmente, pois não havia nenhum processo de requisição ou sinal visual que o alertasse. Com isto, os

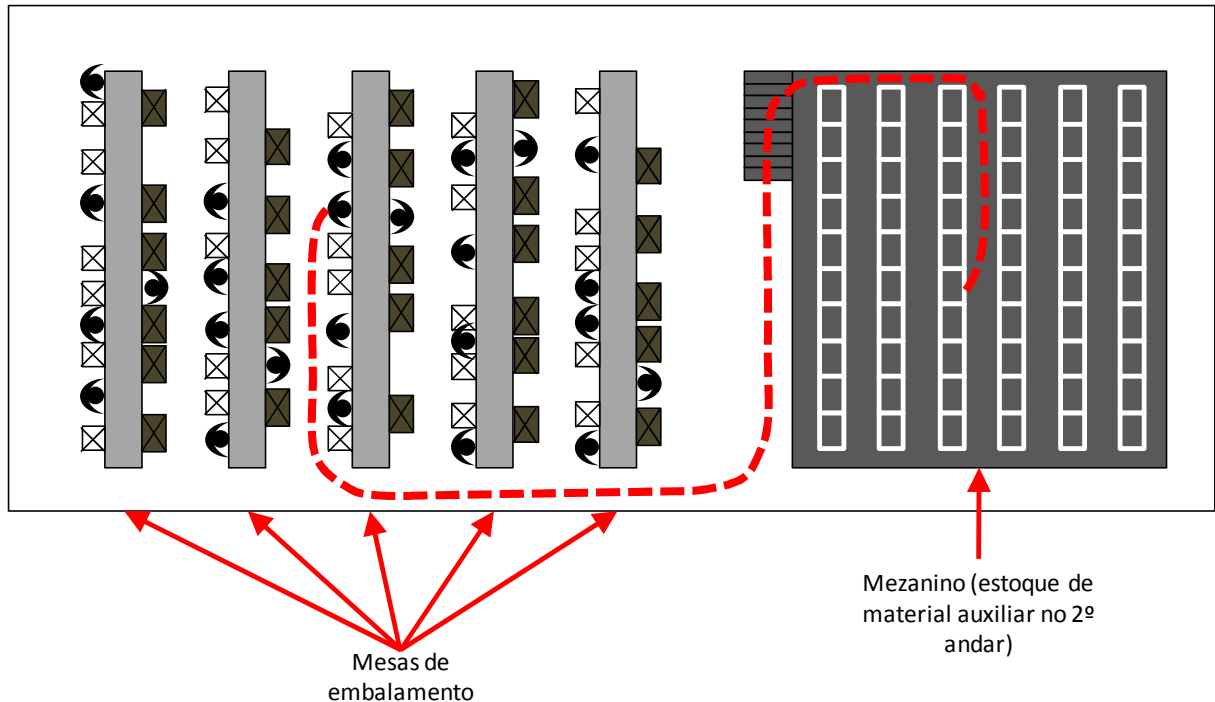
embaladores tinham que, freqüentemente, deixar seus postos de trabalho e buscar algum operador que fizesse esta operação.



**Figura 4.12: Processo de embalagem em lotes, onde se vê a quantidade de embalagens sendo processada de uma só vez**

- c. Transporte 1: sempre que os operadores iniciavam um novo processo de embalagem, era necessário preparar o novo lote, buscando no estoque de material auxiliar as embalagens que são especificadas no documento de entrada. Era preciso, portanto, deslocar de suas bancadas até o estoque de material auxiliar, que se localizava no 2º andar de um mezanino, que por sua vez se localiza a 60 metros do ponto médio da área de embalagem. A figura 4.13 ilustra o deslocamento entre as mesas de embalagem e o estoque de materiais auxiliares.
- d. Transporte 2: quando o estoque de materiais auxiliares se exauria por completo, os embaladores tinham que se deslocar até o estoque principal de materiais auxiliares para revenda, do outro lado do armazém, a aproximadamente 100 metros de distância, para coletar mais embalagens.
- e. Manipulação de dados: sempre ao terminar um lote de peças, os embaladores tinham que preencher um controle manual que supostamente

poderia ser utilizado no futuro para rastrear quem havia embalado um determinado item. Este controle era arquivado por 90 dias, e não havia registros de que alguma vez fora necessário utilizá-lo.



**Figura 4.13:** Deslocamento necessário para buscar material auxiliar no estoque, sempre que iniciado um novo lote de embalagem. A distância percorrida era de aproximadamente 60 metros.

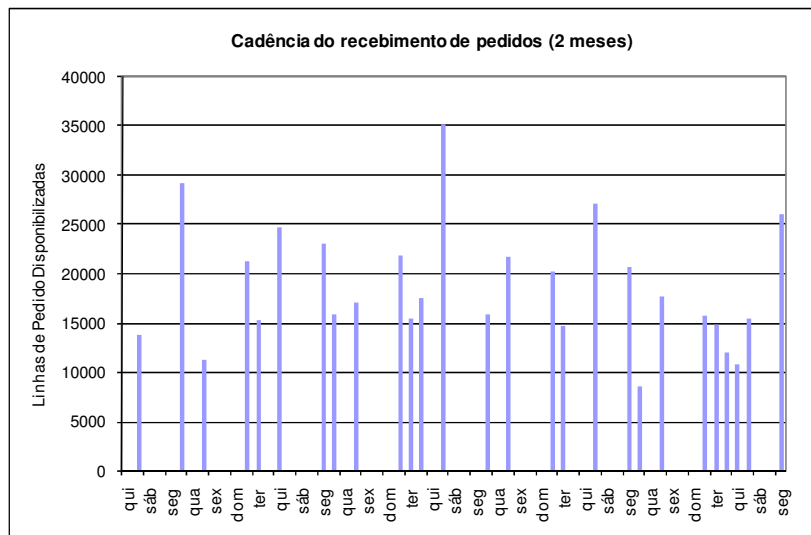
#### 4.2.3.2. Causas dos desperdícios encontrados no *picking*

No caso do *picking*, figura 4.10, vê-se que as “oportunidades de planejamento” tornam-se mais significativas (39%), mesmo com o elevado percentual de “oportunidades de processo” encontrado (46%). Isto era de se esperar, face ao limitado controle sobre os operadores da separação (quem está fazendo o quê, e quando). Além disso, a dispersão física da atividade de separação, que é feita por todo o armazém, torna difícil uma gestão visual dos recursos. Os desperdícios de “movimento” representam uma grande parcela da “oportunidade de processo”, pois a maior parte do tempo é gasta indo de uma locação a outra durante a missão de *picking*.

As causas de desperdício para o *picking* são:

### 1) Oportunidades de planejamento

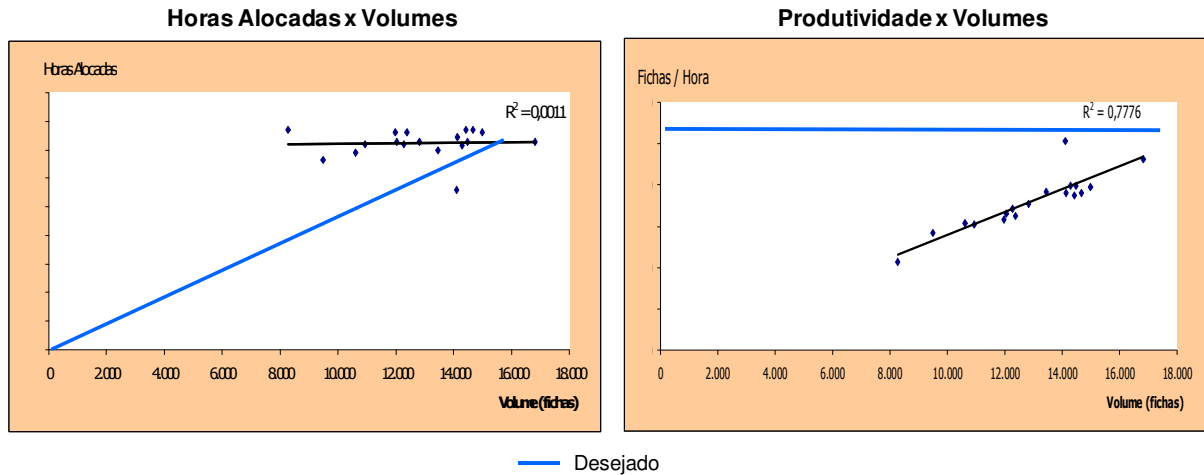
- a. Variabilidade dos pedidos: constatou-se uma grande variabilidade no recebimento de pedidos das concessionárias. Como a quantidade de recursos normalmente é dimensionada para os picos de demanda (a fim de cumprir o nível de serviço), constata-se que parte da operação está freqüentemente ociosa, especialmente nos períodos de baixa demanda. A figura 4.14 mostra um histórico diário de dois meses dos pedidos recebidos, coletado via relatórios do sistema WMS, onde esta variabilidade fica clara.



**Figura 4.14: Histórico de dois meses nos pedidos recebidos, onde se vê grande variabilidade.**

- b. Planejamento limitado dos recursos 1: a quantidade de pessoas disponibilizadas para o *picking* era sempre a mesma, independente da quantidade de pedidos recebidos no dia. Além disso, não era possível obter uma previsão precisa da demanda, uma vez que os pedidos são colocados diretamente pelas concessionárias. A figura 4.15 compara os volumes processados (fichas, ou linhas de pedido) versus as horas alocadas (grandeza que foi oculta por motivos de confidencialidade). Os dados foram coletados via relatórios do WMS (linhas de pedido) e relatórios do setor de Recursos Humanos (horas trabalhadas por centro de custo). O gráfico da esquerda mostra que as horas alocadas são praticamente as mesmas, independente da quantidade de linhas de pedido processadas.

Como consequência, a produtividade é maior nos dias de alta demanda (gráfico da direita).



**Figura 4.15:** Gráfico de dispersão que mostra volumes processados versus horas alocadas, onde vê-se que as horas são praticamente as mesmas, independente do volume processado (esquerda). Como consequência, a produtividade é maior nos dias de alta demanda (direita).

- c. Planejamento limitado dos recursos 2: como não havia acompanhamento da produtividade, nem a definição de objetivos horários de separação, constatou-se que alguns funcionários tinham produtividade superior à de outros, pelo fato de que não havia nenhum controle sobre alocação dos recursos ao longo do dia.
- d. Flexibilidade limitada dos recursos: Nos períodos de pico de demanda, não havia pessoas habilitadas a exercer as atividades de *picking*, a fim de reforçar a equipe. Da mesma maneira, nos períodos de baixa demanda, os funcionários do *picking* não podiam ser alocados em outras atividades por não terem sido treinados em outros processos.
- e. Espera: podia-se constatar que freqüentemente os separadores esperavam a liberação das fichas de pedido diante do guichê, pelo fato de não haver uma preparação prévia nem planejamento dos pedidos.

## 2) Oportunidades de *performance*

- a. Falta de controle sobre a produtividade e de colocação de objetivos diários de *performance*: os resultados não eram mensurados nem compartilhados

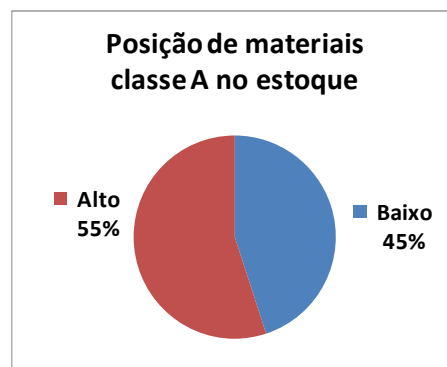


com os funcionários. Não havia métricas diárias de *performance* que indicassem aos operadores o progresso da operação.

- b. Treinamento: verificou-se que havia funcionários novatos junto com veteranos, o que gera produtividades diferenciadas para cada um.
- c. Despadronização: as atividades eram executadas de maneiras diferentes por cada um, por não haver um padrão a ser seguido pelo time. Normalmente, funcionários mais experientes executam a atividade de maneira mais produtiva.

### 3) Oportunidades de processo

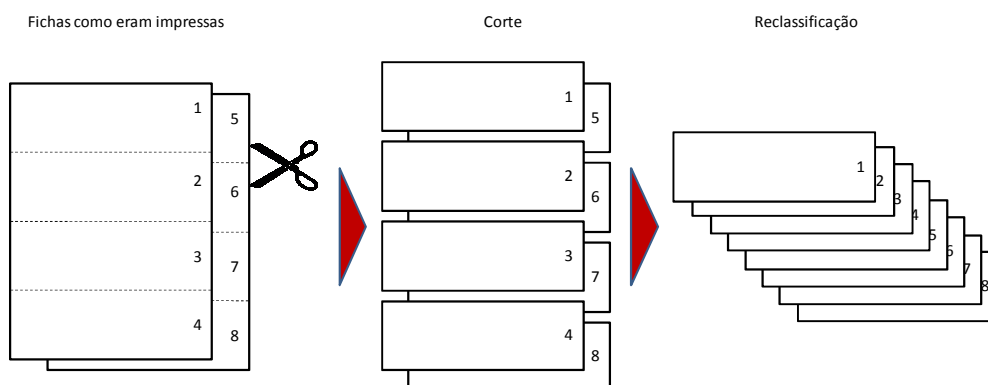
- a. Movimento 1: a principal oportunidade de movimento era o deslocamento entre uma locação de *picking* e outra – atividade considerada necessária, porém com potencial de melhoria.
- b. Movimento 2: uma análise ABC feita a partir da base de dados do sistema WMS, constatou que 55% dos itens classe “A” (alto consumo) estavam armazenados em posições elevadas nos porta-pallets. Isto reduz a produtividade do armazém, uma vez que o tempo-ciclo para separação em posições superiores é maior do que nas posições baixas, pois deve ser feita através de empilhadeira, e não manualmente. Como consequência, aproximadamente 25% dos pedidos era separados nas posições superiores – um índice elevado, pois o objetivo estipulado pela gerência seria de 5%. A figura 4.16 mostra a distribuição dos itens classe “A” entre as posições altas e baixas.



**Figura 4.16: Distribuição dos itens classe “A” entre as posições altas e baixas dos porta-pallets, indicando o percentual elevado (55%) destes materiais nas posições altas.**

O gráfico da figura 4.16 é obtido extraindo-se o banco de dados do estoque via sistema WMS, posteriormente fazendo sua classificação ABC de consumo e separando os itens “A” entre posições baixas e altas, através do código de locação do armazém também existente neste banco de dados.

- c. Movimento 3: as fichas de pedido deveriam ser cortadas e organizadas pelo separador antes de cada missão de *picking*. O sistema WMS da operação já imprimia as fichas em ordem de locação, a fim de racionalizar o percurso a ser percorrido pelo separador. Entretanto, o sistema imprimia quatro fichas por página, continuamente, de modo que ao se cortar as fichas de pedido, estas deveriam ser novamente classificadas para ficarem novamente em ordem de locação. O separador gastava em torno de 5 a 10 minutos, antes de cada missão de *picking*, para exercer esta tarefa. A figura 4.17 mostra a problemática.



**Figura 4.17: Preparação das fichas de *picking*, que mostra a necessidade de reclassificação das fichas após o corte.**

### 4.3. Design

#### 4.3.1. *Brainstorm* e priorização de idéias

O passo seguinte foi, a partir das observações efetuadas, fazer uma lista de idéias em conjunto com todo o time envolvido. Ao todo foram elencadas 29 idéias, sendo 16 “Classe A” (alta viabilidade e alto impacto). Destas 16 idéias, um total de 11 refere-se ao confeccionamento e ao *picking*. De modo geral, houve um consenso de que o processo no

confeccionamento deveria ser redesenhado, e que o foco no *picking* deveria ser o planejamento e alocação de recursos.

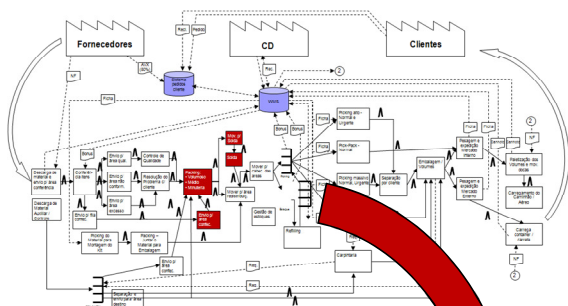
Um resumo destas idéias será detalhado nos dois tópicos seguintes.

#### **4.3.2. Redesenho do processo de confeccionamento**

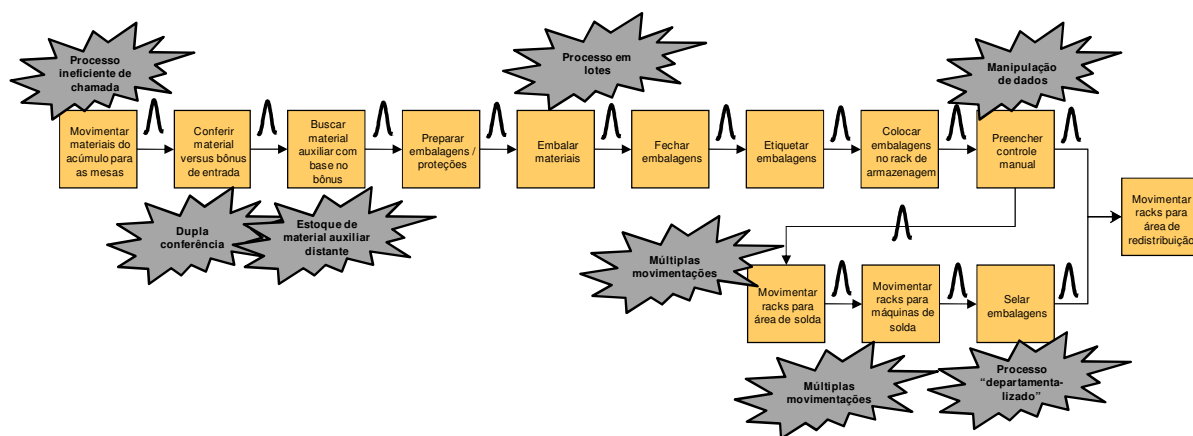
De acordo com o OPE e as observações feitas no confeccionamento, foi apontado que o processo desta área deveria ser redesenhado. O passo seguinte foi a elaboração do MIFA do processo.

O MIFA do confeccionamento foi feito a partir do detalhamento do MIFD da operação mostrado na figura 4.3, nos processos que se referem a esta atividade. A figura 4.18 mostra o resultado obtido. O MIFD objetivo considera as seguintes mudanças no processo:

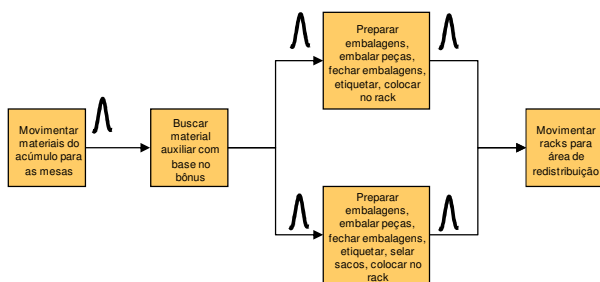
- Implantação de sistema *kanban* de chamada dos materiais, de forma que os operadores de empilhadeira possam reabastecer as peças nas mesas de embalagem sem que os embaladores precisem deixar seu posto de trabalho para chamá-los.
- Eliminação da conferência de peças feitas pelos embaladores, confrontando os materiais recebidos com o documento de entrada. Na prática, esta conferência já teria sido feita anteriormente e não seria preciso repeti-la de novo.
- Colocação do estoque de materiais auxiliares próximos às mesas de embalagem, a fim de reduzir o tempo gasto no deslocamento para pegá-los.
- Criação de bancadas de trabalho individuais, onde cada embalador faria o processo por completo de forma unitária (preparar embalagens, embalar peças, fechar embalagens, etiquetar volumes e colocar embalagens no *rack* de armazenagem).
- Eliminar *check-list* manual de embalagem. Foi constatado que a utilidade deste controle era nula em comparação com o tempo necessário para preenchê-lo.
- Instalação das máquinas de selagem de sacos plásticos junto às bancadas dos embaladores. Sendo assim, a movimentação dos racks das mesas de embalagem para as máquinas de selagem seria eliminada. Além disso, os operadores poderiam fazer a selagem logo após o confeccionamento, de forma contínua e unitária.



### MIFD ATUAL



### MIFD OBJETIVO



### MIFD IDEAL

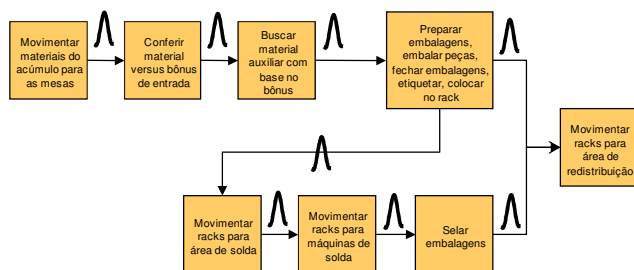


Figura 4.18: MIFA do processo de confeccionamento.

Entretanto, devido às restrições observadas no processo, decidiu-se que o MIFD ideal seria diferente do MIFD objetivo nos seguintes aspectos:

- A conferência do material recebido com o documento de entrada seria mantida. Embora se trate de um exemplo clássico de “controle de qualidade”, que vai contra os preceitos do STP de *built-in-quality* (qualidade embutida no processo, ou Autonomia), decidiu-se que o tempo gasto nesta operação seria ínfimo em comparação com os benefícios obtidos por tal conferência.
- Devido às restrições de orçamento, não seria possível instalar máquinas de selagem em todas as bancadas de trabalho em curto prazo. Além disso, deveriam ser feitos investimentos no sistema elétrico do armazém para possibilitar a implantação destes equipamentos na área das mesas de embalagem. Sendo assim, decidiu-se que, apesar dos contratempos, a área de selagem seria mantida.

#### 4.3.3. Redesenho da atividade de *picking*

As análises feitas no diagnóstico do *picking* apontaram para foco no planejamento e na alocação de recursos. Antes disso, algumas modificações no processo deveriam ser efetuadas, possibilitando redução dos tempos-ciclo e conseqüentemente um aumento ainda mais vigoroso de produtividade. De modo geral, as principais mudanças sugeridas para o *picking* foram:

- Instalação de *Heijunka Box* e de Quadro de Acompanhamento de Recursos. A idéia era controlar, em intervalos horários, o progresso da atividade de *picking*, identificando a quantidade de pessoas empenhada em cada tipo de separação. Além disso, a ferramenta possibilitaria um planejamento adequado de recursos logo no início do dia, considerando que todos os pedidos normais já estariam disponibilizados no sistema antes do início das atividades. O nivelamento da carga de trabalho possibilitaria o aproveitamento mais eficiente dos recursos, sendo que não haveria picos nem vales de demanda ao longo do dia. Finalmente, o *Heijunka Box* iria fornecer ao coordenador um sistema visual para identificar eventuais atrasos no sistema, para então tomar ações corretivas de forma pró-ativa.

- Re-análise ABC do estoque. O objetivo era realocar os materiais classe “A” (alto consumo) nas posições baixas dos porta-pallets ao máximo, e ao mesmo tempo realocar os materiais classe “B” e “C” nas posições médias e altas do estoque, respectivamente. Com isto, o tempo-ciclo global do processo de *picking* seria reduzido, uma vez que a separação nas locações inferiores pode ser feito sem a necessidade de empilhadeira, com tempo-ciclo significativamente menor.
- Re-configuração do sistema para impressão das fichas de *picking* já na ordem correta. Além disso, toda a atividade de corte e preparação das fichas seria centralizada em um só funcionário, de forma que os separadores já poderiam iniciar a missão de *picking* tão logo lhes sejam dados os pedidos. A esta pessoa à qual todo o desperdício de um sistema lhe é conferido, dá-se o nome de *waterspider* – conceito amplamente aplicado em operações logísticas.

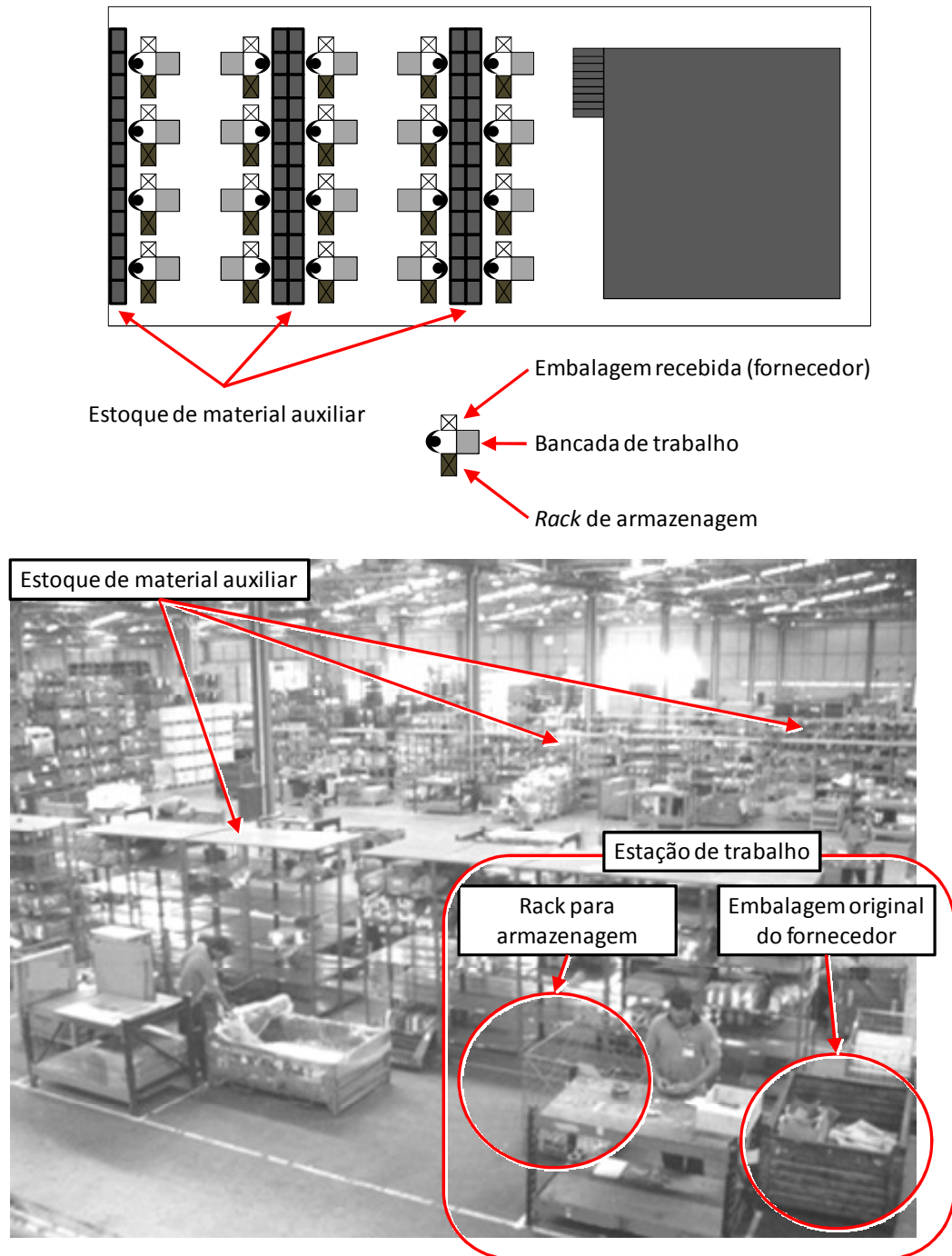
#### 4.4. Implantação

##### 4.4.1. Implantação no confeccionamento

A principal mudança executada no confeccionamento foi a troca das mesas de embalagem por estações de trabalho individuais, onde cada funcionário passaria a executar todas as tarefas de embalagem de maneira contínua – preparando a embalagem, embalando as peças, fechando as embalagens, etiquetando, e dispondo as mesmas dentro do *rack* de armazenagem. Foi implantado o conceito de *one-piece-flow* (fluxo unitário), de forma que o embalador processaria lotes mínimos (de 1 ou 2 peças) por vez. A idéia da estação de trabalho individual era disponibilizar a cada embalador espaço suficiente para embalar este lote mínimo, reduzindo ao máximo a distância entre a bancada e as peças - tanto o contentor original com peças do fornecedor quanto o *rack* de armazenagem. O primeiro estaria do lado esquerdo do embalador, enquanto o segundo estaria à sua direita.

Ao mesmo tempo, o novo layout da área foi planejado de modo que os materiais auxiliares, que antes estavam no 2º andar do mezanino, se dispusessem atrás dos embaladores, entre uma fileira e outra de bancadas, organizados em estantes. Desta forma, a distância entre as bancadas e o estoque de materiais auxiliares estaria reduzida ao mínimo, diminuindo o tempo gasto com movimentação dos embaladores para a coleta do material necessário. Estas estantes de material auxiliar foram planejadas de modo conter todos os itens existentes de

material auxiliar. Seriam quatro filas no total, todas elas iguais entre si. Desta forma, os embaladores não precisariam se deslocar num raio muito distante para buscar os materiais auxiliares, e nem circular pelos corredores de empilhadeira - uma melhoria também no quesito segurança. A figura 4.19 mostra o *layout* proposto para a área, e também uma foto mais ampla do local após a mudança.



**Figura 4.19:** *Layout* da área de confeccionamento após mudança, mostrando as estações de trabalho e também a realocação dos materiais auxiliares próximos aos embaladores.

Outra grande mudança foi a implantação de sistema *kanban* visual em cada estação de trabalho, que consiste numa placa móvel que seria estendida minutos antes de terminar um contentor. Desta forma, o operador de empilhadeira poderia identificar, à distância, que mais peças poderiam ser levadas para aquela estação, e que ao mesmo tempo o *rack* para armazenagem já poderia ser levado para o estoque. O objetivo era evitar que os embaladores interrompessem suas atividades pra chamar o operador de empilhadeira quando fosse necessário fazer a troca. A figura 4.20 mostra este sinal visual numa estação de trabalho.



**Figura 4.20: *Kanban* visual na estação de trabalho. À esquerda, recolhido. À direita, estendido (chamada visual para o operador de empilhadeira realizar a troca).**

Além disso, foi instalado um sistema *kanban* de cartões para a reposição do estoque de material auxiliar. Para cada item de material auxiliar foram reservadas duas locações nas estantes, de forma que quando uma se esgotasse, o cartão seria retirado da locação pelo embalador e colocado num *rack* de pedidos. O operador de empilhadeira encarregado da reposição, através deste cartão, se dirigiria até o estoque principal de materiais auxiliares para revenda (localizado do lado oposto do armazém), e buscaria o item requisitado – atividade feita a cada hora. Este sistema de simples funcionamento evitaria que os separadores interrompessem suas atividades quando o material acabasse, e utilizassem o material da 2ª locação enquanto o operador de empilhadeira estivesse fazendo a reposição da locação vazia. A figura 4.21 ilustra o funcionamento deste sistema.





Quando a locação de picking se esvazia, o operador puxa um cartão...



... e o coloca num rack para sinalizar que o reabastecimento é necessário.

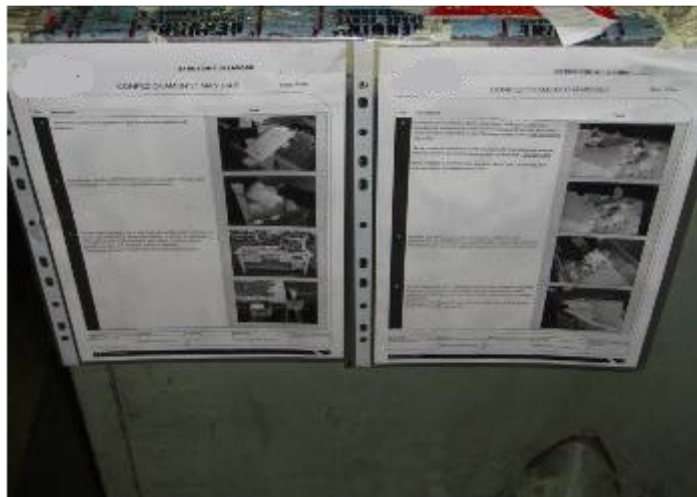


O abastecedor recolhe os cartões a cada hora, separa o material e reabastece a locação, lendo o cartão para acertar o inventário.

**Figura 4.21: Kanban de cartão para reposição de material auxiliar.**

O *check-list* manual de controle foi abolido, pois se chegou num consenso que sua utilidade seria mínima perante o tempo gasto para seu preenchimento e arquivamento. Decidiu-se que os dados necessários para produtividade e volumes processados seriam coletados via sistema, mesmo sem o grau de rastreabilidade desejado – uma vez que o sistema não faz o registro de qual embalador trabalhou num determinado item.

Todas as atividades foram padronizadas e SOP's (*Standard Operational Procedures* – Instruções Operacionais Padrão) foram afixados nas estações de trabalho. O objetivo era treinar os embaladores no novo processo, especialmente quando se trata de funcionários novatos. O SOP enfatiza a aplicação do sistema *one-piece-flow*, mas também o uso do *kanban* visual para reabastecimento de peças e o uso do *kanban* de cartões para reposição de material auxiliar. Além disso, com o SOP, os coordenadores da área poderiam facilmente verificar se o trabalho estava sendo feito de acordo com o padrão ou não. A figura 4.22 mostra um SOP afixado na estação.



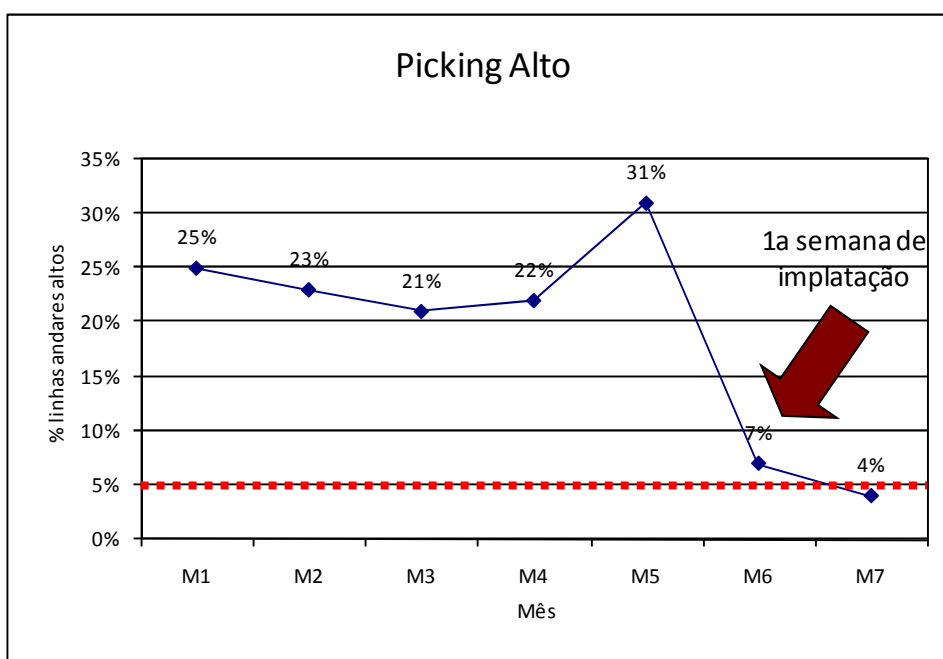
**Figura 4.22: SOP do confeccionamento afixado na estação de trabalho.**

#### 4.4.2. Implantação no *picking*

Antes de se implantar o *Heijunka Box* e o Quadro de Acompanhamento de Pedidos, era necessário remover alguns desperdícios do sistema. A primeira melhoria realizada foi uma re-análise ABC do estoque, a fim de mover os itens Classe “A” (alto consumo) para as posições baixas do armazém. O objetivo é aumentar a produtividade global do *picking*, uma vez que o tempo-ciclo da separação nos andares inferiores é menor.

Foi definido um plano de ação de duas semanas para fazer a modificação necessária. Além disso, foi criado um plano para re-analisar a classificação ABC do estoque a cada dois meses, no intuito de assegurar que a situação não se deteriore com o passar do tempo.

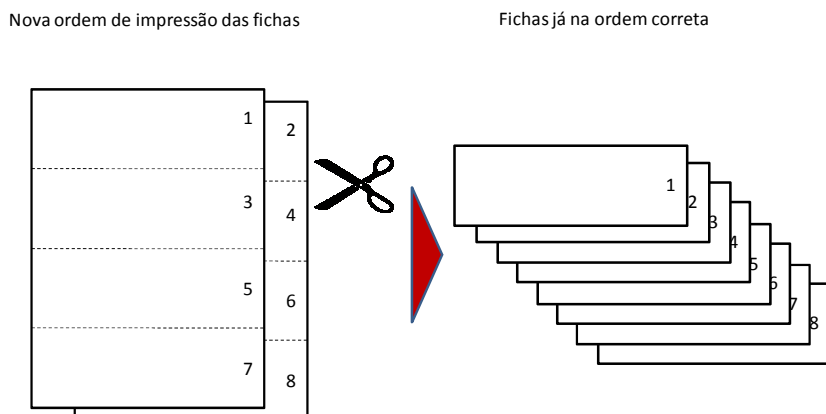
A figura 4.23 mostra a redução no percentual de linhas atendidas em andares superiores, após a reclassificação ABC do estoque. Este gráfico é obtido combinando-se os bancos de dados de linhas de pedido e de estoque, extraídos do sistema WMS, verificando assim o percentual de pedidos separados nas posições elevadas do armazém a cada mês.



**Figura 4.23: *Picking* alto antes e depois da reclassificação ABC.**

Outra oportunidade explorada no *picking* é a atividade de preparação de fichas. A primeira mudança efetuada foi uma customização do sistema WMS (*Warehouse Management System* – Sistema de Gestão de Armazéns), para que as fichas sejam impressas de tal maneira

que, ao serem cortadas, já estejam na ordem correta de separação. A figura 4.24 mostra como as fichas passaram a ser impressas.



**Figura 4.24:** Nova ordem de impressão das fichas, eliminando a necessidade de reclassificação.

Além disso, toda a atividade de preparação de fichas foi centralizada em um “escritório de pedidos”. Neste escritório, as fichas eram impressas pela manhã, cortadas, e agrupadas em lotes de 1 hora de acordo com a respectiva modalidade de *picking* (a quantidade de fichas por lote varia de acordo com o tempo-ciclo de cada modalidade). O corte das fichas também foi racionalizado com a aquisição de uma guilhotina manual para esta atividade. Isto deixou os separadores livres para se concentrar em atividades de agregação de valor, que são as de separação de materiais.

Estas contramedidas foram a preparação para a implantação do *Heijunka Box* para o *picking*. Após as melhorias citadas anteriormente, o tempo-ciclo foi novamente medido para que a produtividade de cada modalidade de *picking* fosse recalculada. Assim feito, a produtividade final foi concordada com a supervisão e o *Heijunka Box* foi instalado, como mostra a figura 4.25.

No *Heijunka Box* em questão, as linhas representam as modalidades de *picking*, uma vez que a quantidade de separadores é muito elevada. As colunas representam os intervalos horários.

Em conjunto com o *Heijunka Box*, foi instalado um quadro de controle de recursos, cujo objetivo é auxiliar o supervisor durante a alocação dos recursos. De forma visual, o supervisor irá identificar de relance onde seus funcionários estão alocados, e se eventualmente existem pessoas disponíveis que possam ser remanejadas para atividades mais críticas. Este quadro de controle de recursos é mostrado na figura 4.26.

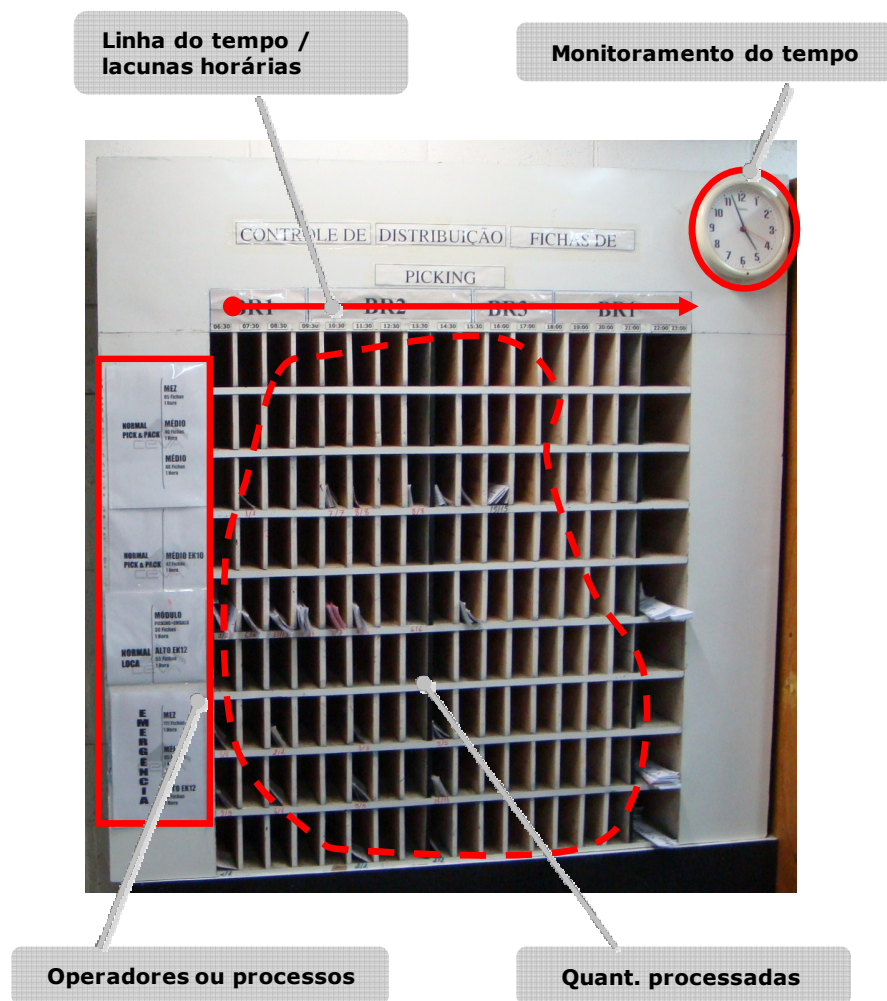


Figura 4.25: Heijunka Box do picking, onde as linhas são as modalidades e as colunas os intervalos horários.

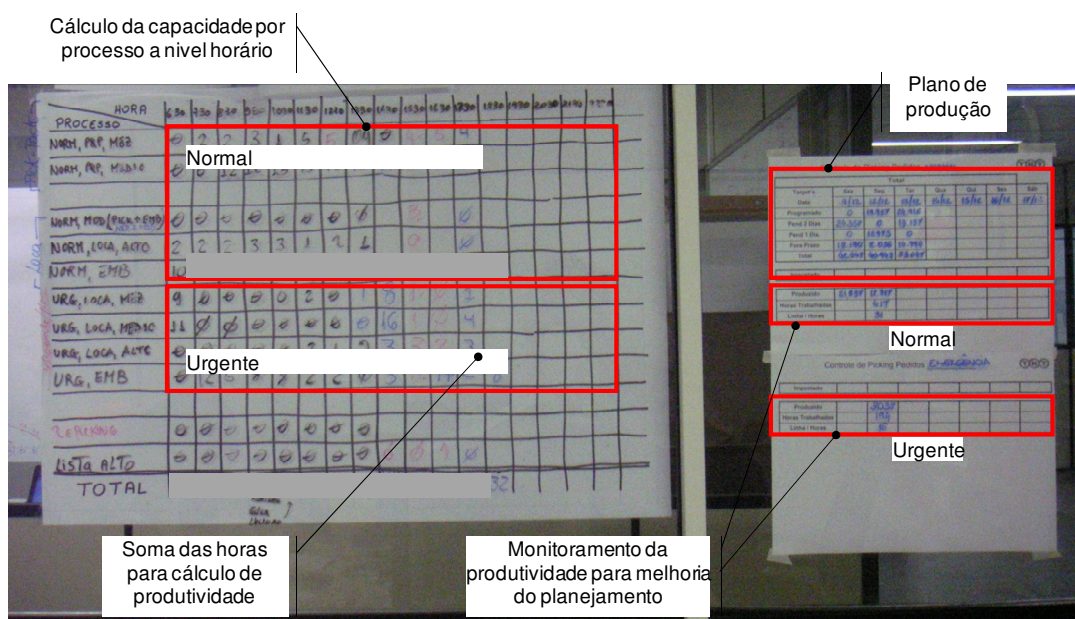


Figura 4.26: Quadro de controle de recursos do picking, que indica ao coordenador em qual modalidade de separação os funcionários estão empenhados a cada hora.

De forma semelhante ao *Heijunka Box*, cada linha do quadro de controle de recursos representa uma modalidade de *picking*, e cada coluna representa um intervalo horário, exatamente um espelho do *Heijunka*. Se, por exemplo, o supervisor aloca cinco funcionários de 09h00min às 10h00min para executar o “*picking* massivo”, deverá haver exatamente cinco lotes de fichas de *picking* no *Heijunka*, dentro desta janela de horário. Cada lote deverá conter a quantidade de fichas determinada pelo cálculo de produtividade, que por sua vez foi um resultado das observações de tempo-ciclo.

Outra importante finalidade do quadro de controle de recursos é o cálculo das horas totais trabalhadas, o que é feito somando o total de recursos empregados no processo, a cada hora. No final do dia, divide-se o total de horas empregadas pelo total de pedidos processados. Este resultado é registrado à parte, e seu progresso é discutido diariamente. Desta maneira, o quadro de controle de recursos auxilia na programação de recursos, para que as horas trabalhadas sejam empregadas de maneira cada vez mais eficiente.

O conjunto *Heijunka* – quadro de recursos funciona da seguinte maneira:

- Diariamente, antes do início do turno de trabalho, os pedidos normais já estão disponíveis no sistema. É possível saber a quantidade de pedidos por modalidade de *picking*. Como a produtividade desejada é constante, sabe-se quantos lotes (conjuntos de fichas de *picking*) serão empenhados, por modalidade.
- A quantidade de lotes de fichas de *picking*, dividida pelo total de horas disponíveis, não pode ser maior do que a quantidade de recursos disponíveis para executar a tarefa. Caso isso ocorra, o supervisor saberá de antemão que precisará de recursos emprestados, ou que deverá fazer jornada extra de trabalho.
- Em seguida, os lotes de fichas são impressos e distribuídos ao longo do dia no *Heijunka Box*. O supervisor então registra no quadro de controle de recursos a quantidade de pessoas que deverão ser empenhadas naquelas missões de *picking*.
- À medida que os lotes de fichas são entregues aos separadores, uma “ficha-canhoto” é preenchida com: nome do separador, intervalo de pedidos impressos (número seqüencial dos pedidos) e horário de *picking*. Este canhoto é então inserido no *Heijunka*, no intervalo de hora correspondente ao do lote de

fichas entregue. Ele serve para identificar qual dos separadores está empenhado naquele lote, caso seja necessário saber.

- Ao longo do dia, o supervisor acompanha o progresso da atividade, verificando no *Heijunka Box* se existem atrasos. Caso exista, o supervisor pode proativamente remanejar recursos para adiantar o trabalho.
- O mesmo raciocínio aplica-se para os pedidos urgentes. Entretanto, estes são disponibilizados para o armazém em horários diversos ao longo do dia. Como o *cut-off* (horário de corte, ou seja, limite máximo no qual todos os pedidos recebidos antes do horário devem ser despachados no mesmo dia) é às 13:00h, espera-se acumular uma quantidade suficiente grande de pedidos para que possam ser subdivididos em lotes de *picking*.

O conjunto *Heijunka*-quadro de recursos conferiu mais controle sobre o processo, uma vez que tornou possível uma programação de recursos diária e uma melhor utilização das horas pagas. Os recursos, cientes de suas metas horárias, passaram a trabalhar com menos tempos de espera ou ociosos, o que aumentou a produtividade global do armazém. O *Heijunka* possibilitou um nivelamento da produtividade por funcionário e deu aos supervisores visibilidade sobre o processo, fator crucial para o cumprimento dos níveis de serviço estipulados.

Um dos problemas verificados no diagnóstico é que o armazém como um todo funcionava sob a lógica “empurrada”. Isso significa que o *picking* era feito massivamente ao longo dia. Quando todo o material estivesse disponível nas docas de expedição, dava-se início ao faturamento e expedição, o que normalmente começava a ocorrer somente após as 20h30min em média.

Isso ocasionava alguns problemas:

- Ociosidade da equipe de expedição: não haveria trabalho suficiente para toda a equipe enquanto todo o material não estivesse faturado e pronto para embarque.
- Espaço utilizado: a produção em lotes encheria as docas de expedição no final do dia, ocupando espaço físico de armazém.
- Qualidade: a quantidade excedente nas docas era uma fonte potencial de erros e de possíveis problemas de qualidade, por exemplo: carregamento de volumes no caminhão errado, possibilidade de acidentes de movimentação, etc.

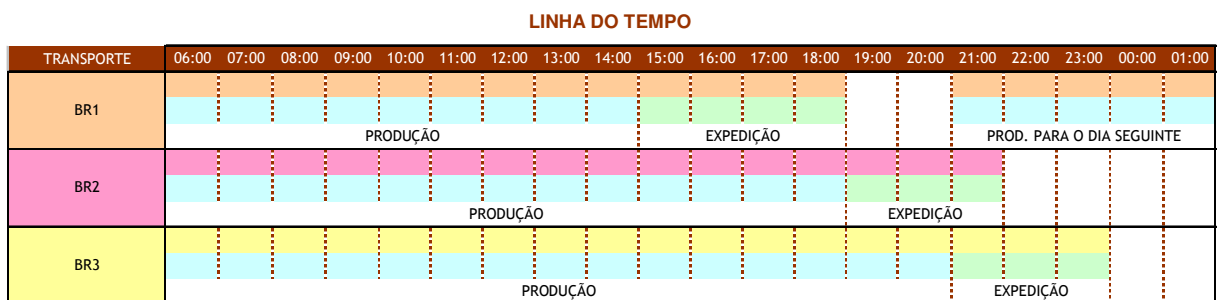
A idéia era criar, portanto, um fluxo “puxado” de materiais ao longo do armazém, do *picking* até a expedição. Para isto, a separação de materiais deveria ser cadenciada ao longo do dia, e feita em “ondas” que estivessem alinhadas com os horários de partida dos caminhões.

Para isto, foram executadas as seguintes modificações no processo de planejamento de pedidos:

- O transporte de expedição foi subdividido em grupos, de acordo com o prazo de entrega (prazos semelhantes no mesmo grupo). Cada rota rodoviária de expedição foi alocada em um desses grupos, batizados “BR1” (Rotas com destino ao Sudeste), “BR2” (Sul e Centro-Oeste) e “BR3” (Norte e Nordeste).
- Foram definidos horários limites de produção e de expedição para cada uma dessas rotas. Estes horários são mostrados na tabela 4. A figura 4.27 mostra a linha do tempo de como a separação e a expedição passaram a ser organizadas.

Rotas	Limite de produção	Limite de Expedição
BR1	14:00	18:00
BR2	18:00	21:00
BR3	20:00	23:00

**Tabela 4: Horários limites por rota de expedição.**



**Figura 4.27: Linha do tempo mostrando os horários de separação e expedição por rota.**



- Os pedidos, assim que impressos, eram priorizados no *Heijunka Box* conforme os horários limites. A figura 4.28 mostra o *Heijunka Box* subdividido por rotas de expedição.

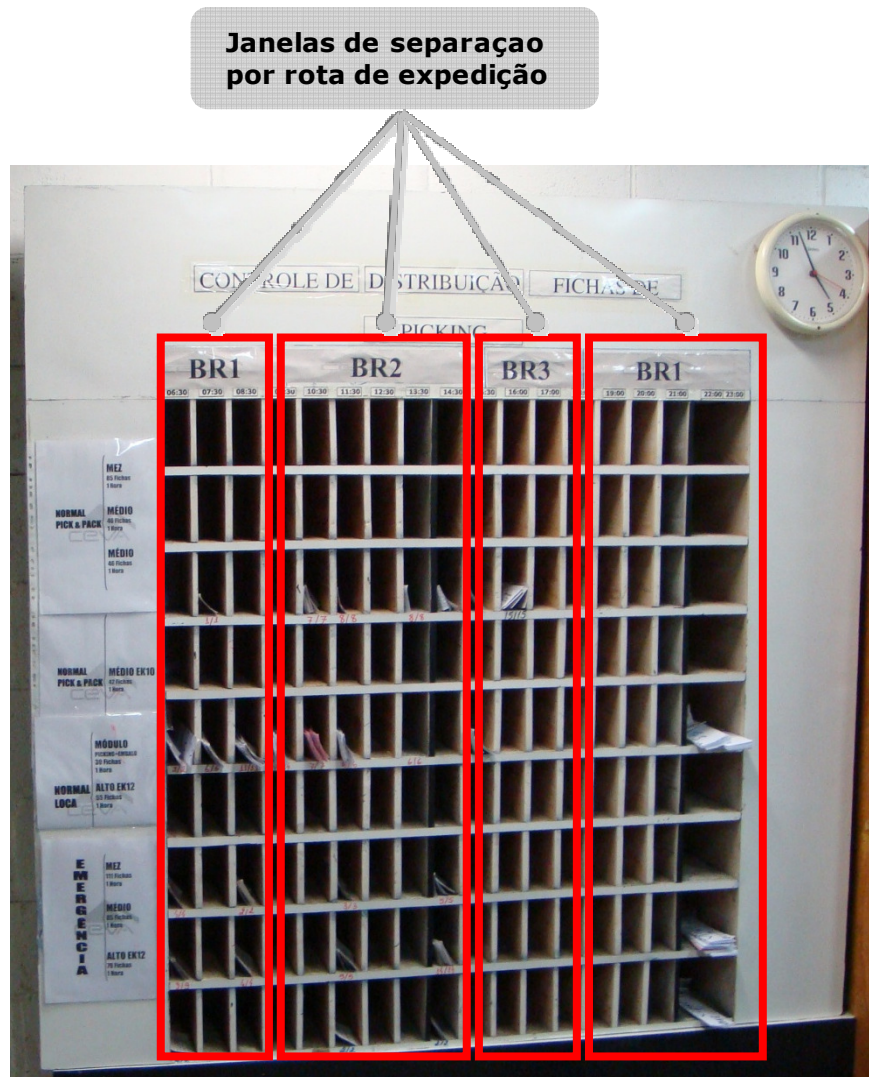


Figura 4.28: Subdivisão das rotas de expedição no *Heijunka Box*

Desta forma, a expedição, que outrora estava concentrada no período da noite (após 20h30min), foi adiantada, com os seguintes benefícios para a operação:

- Melhor aproveitamento dos recursos da expedição
- Ganho de área de docas
- Menor possibilidade de erros



#### 4.4.3. Gestão da *performance* e 5S

Uma das preocupações era garantir a sustentabilidade e a robustez dos processos implantados. Com esta finalidade, foram implantadas as reuniões de *performance* e rotinas de organização e limpeza do posto de trabalho.

A fim de suportar as reuniões de *performance*, foram implantados os “Quadros de *Performance*”, com indicadores específicos de cada área. Os indicadores foram escolhidos pelas pessoas envolvidas juntamente com os responsáveis operacionais pelas áreas de confeccionamento e *picking*.

Os indicadores do confeccionamento foram:

- Quantidade de peças embaladas / dia
- Peças pendentes de embalagem / dia (normal e urgente)
- Absenteísmo diário
- Produtividade semanal (Peças/homem-hora)
- Resultado semanal de auditoria 5’S

Os indicadores do *picking* foram:

- Pedidos separados / dia
- Pedidos fora do prazo / dia (normal e urgente)
- Absenteísmo diário
- Produtividade semanal (fichas / homem-hora)
- Resultado semanal de auditoria 5’S.

O objetivo das reuniões de *performance* era criar um ambiente de melhoria contínua, onde os objetivos, resultados, problemas e soluções pudessem ser discutidos entre os funcionários no início do turno. A reunião tem duração de 15 minutos no máximo, e deve ser focada em assuntos relevantes acusados pelos indicadores. Problemas muito específicos são discutidos à parte, a nível individual. A figura 4.29 mostra uma reunião de *performance* ocorrendo no armazém.

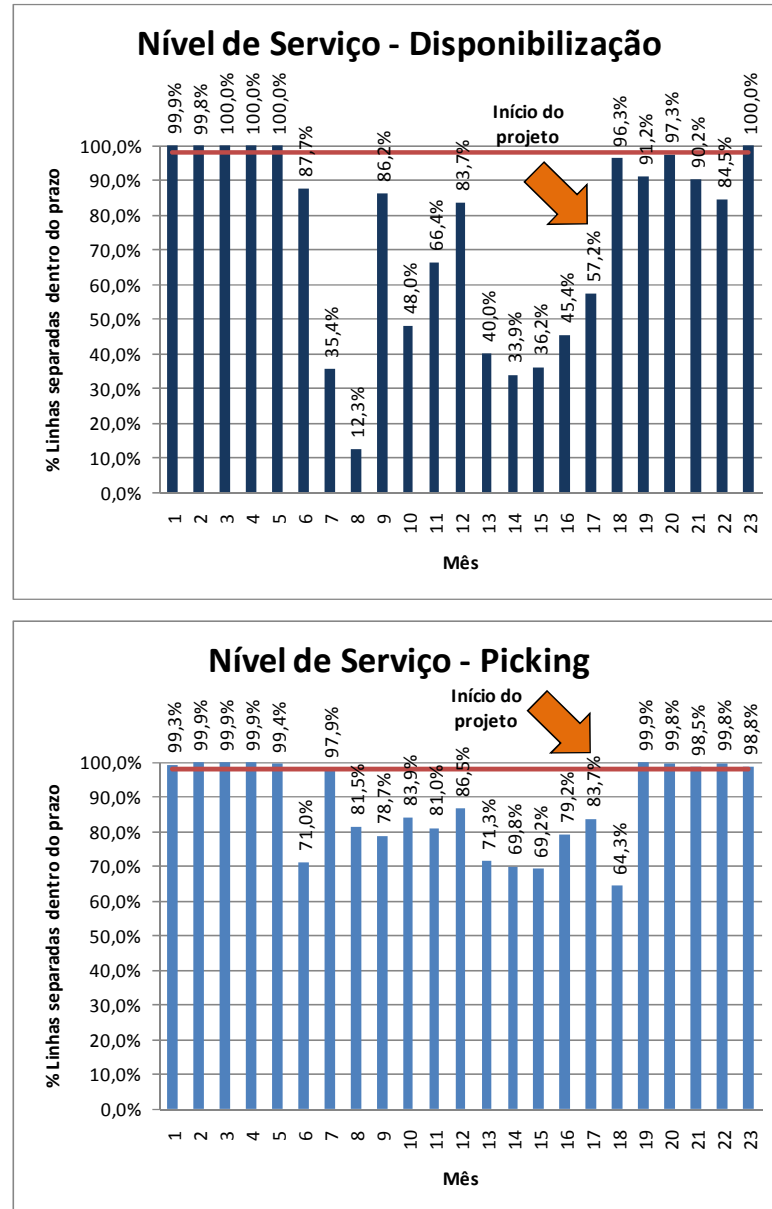


**Figura 4.29:** Supervisor fazendo a reunião de *performance* usando o Quadro de *Performance*.

Além disso, foi implantada uma rotina de 5S, na qual o supervisor de cada área faz auditorias duas vezes por semana, onde os cinco passos do 5S são verificados. O resultado dessas auditorias é um dos indicadores de Quadro de *Performance*. Durante as reuniões, os resultados são relatados à equipe e os próximos passos são discutidos. Mensalmente são realizados eventos de 5S, onde são organizados espécies de mutirões para limpeza e organização dos postos de trabalho, inclusive com premiações para os melhores esforços.

#### **4.5. Resultados obtidos**

As ferramentas propostas mostraram-se eficazes para a implantação de princípios do STP no Centro de Distribuição estudado. Os ganhos foram evidentes, tanto em qualidade quanto em produtividade. Além disso, foi possível obter um ganho de espaço físico, nas áreas de mezanino (que antes eram utilizadas para estoque de material auxiliar) e de docas (utilizando a lógica puxada de armazém). A figura 4.30 mostra a evolução dos níveis de serviço de disponibilização e de *picking*, nos seis meses após o início do projeto. O nível de serviço da disponibilização mostrou uma recuperação logo no 1º mês, enquanto que o de *picking* voltou aos patamares normais dois meses após o início.



**Figura 4.30: Níveis de serviço antes e depois da implantação**

Os gráficos da figura 4.30 foram obtidos através de relatórios de nível de serviço do sistema WMS.

A tabela 5 mostra a evolução dos principais parâmetros que mediram a eficácia da iniciativa. As grandezas reais de produtividade foram suprimidas por motivo de confidencialidade, sendo expressidas na base 100.

Os ganhos de produtividade não se traduzem, num primeiro momento, em desligamento de pessoal. Os recursos excedentes são deslocados para outras áreas onde existem novas atividades ou aumento de demanda. Em outros casos, são utilizados para repor

o *turnover* (troca de mão-de-obra) natural da empresa, quando existem pedidos de demissões. De um jeito ou de outro, estes ganhos se resumem em redução de custos para a organização.

		Antes	Depois	Ganho	Obs.
Confeccionamento	Nível de Serviço	49,4% (média de 6 meses anteriores)	93,8% (média de 6 meses posteriores)	<b>89,9%</b>	O nível de serviço ainda não atingiu o objetivo de 98%, entretanto mostrou uma recuperação de quase 90%, com o mínimo de investimento
	Produtividade (min/embalagens) (Base 100)	100	86	<b>14%</b>	Grandezas na base 100. Os números reais de produtividade foram omitidos por motivo de confidencialidade
	Área (m <sup>2</sup> )	6.200	5.980	<b>220</b>	Área ganha com 2º andar de mezanino, anteriormente usado para estoque de materiais auxiliares
Picking	Nível de Serviço	76,6% (média de 6 meses anteriores)	98,8% (média de 6 meses posteriores)	<b>29,0%</b>	Nível de serviço atingido superou o objetivo
	Produtividade (min/linhas de picking) (Base 100)	100	82	<b>18%</b>	Grandezas na base 100. Os números reais de produtividade foram omitidos por motivo de confidencialidade
	Área (m <sup>2</sup> )	6.500	5.980	<b>520</b>	Área ganha com espaço de docas, ao se utilizar a lógica puxada de armazém, aumentando em 8% a capacidade de escoamento do armazém

**Tabela 5: Principais resultados da iniciativa**

Os ganhos de produtividade foram mensurados relacionando-se historicamente volumes processados, tanto em termos de embalagens confeccionadas como linhas de pedido expedidas, e horas trabalhadas em cada centro de custo da operação. Os dados de volumes processados foram obtidos através de relatórios do sistema WMS, e horas trabalhadas através de relatórios de espelho de ponto da área de Recursos Humanos.

## CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

### 5.1 Conclusões

O objetivo de apresentar conceitos fundamentais de Manufatura Enxuta no contexto de uma atividade de armazém foi atingido no capítulo 2 desta dissertação. Foi apresentado o histórico do STP desde seu nascimento na Toyota, bem como a evolução da filosofia. Foram apresentados os elementos que compõe o Lean na forma de uma casa: a base, formada pelo nivelamento, gerenciamento visual e padronização de processos; em seguida os pilares – *Just-In-Time* (fluxo contínuo, unitário e puxado) e Automação (qualidade embutida nos processos); e finalmente o teto, que simboliza os objetivos do sistema. Dentro da casa estariam as pessoas em busca da melhoria contínua e eliminação dos desperdícios, estes últimos também abordados neste trabalho.

Num mundo globalizado, de fácil acesso à informação e tecnologia, torna-se evidente que a logística pode ser usada como um poderoso diferencial competitivo entre as empresas. Prazos de entrega cada vez mais curtos e um elevado grau de personalização dos produtos e serviços adquirem cada vez mais importância para o mercado consumidor. Nesta ótica, foi apresentado neste trabalho que a aplicação de conceitos *Lean* em sistemas logísticos pode alavancar ainda mais o potencial competitivo das empresas. Isto adquire uma importância ainda maior quando se pensa em aplicar tais conceitos em provedores logísticos ou empresas fornecedoras de serviços logísticos, cujo ramo de atuação é justamente a terceirização de atividades logísticas, como: transporte *inbound* e *outbound*, movimentações internas em indústria (armazenagem de matéria prima, abastecimento de linha de produção, etc.), operações de armazém e centros de distribuição, distribuição de produtos acabados, etc.

Do ponto de vista acadêmico, o desenvolvimento de estudos relacionados ao STP, especialmente em atividades diversas à manufatura (como às de serviços), acrescenta ainda mais assunto à literatura já publicada. Dado o crescente interesse do assunto por profissionais do tema, o enfoque prático da aplicação do *Lean* em operações de manufatura ou serviços torna-se um diferencial quando fundamentados cientificamente, uma vez que estudos teóricos já são inúmeros e por esta razão não elucidam todas as dúvidas existentes. Estas dúvidas na maioria das vezes estão relacionadas à aplicação dos conceitos *Lean* no dia-a-dia profissional.

Como foi sugerido nos objetivos específicos, foram apresentadas algumas das principais ferramentas da filosofia *Lean Manufacturing* a serem usadas durante a implantação

do conceito em Armazéns e Centros de Distribuição. Para tal, tais ferramentas foram subdivididas em: ferramentas de diagnóstico, ferramentas de design e ferramentas de implantação. Estas ferramentas foram aplicadas com sucesso em dois processos de um Centro de Distribuição de peças automotivas para reposição: o confeccionamento (embalagem de peças para concessionárias de veículos) e o *picking* (separação de materiais no estoque).

O objetivo de se avaliar, no estudo de caso, o impacto da implantação do *Lean* em um Centro de Distribuição foi atingido com êxito. Os resultados obtidos, evidenciados na tabela 5, demonstram ganhos de qualidade (nível de serviço), produtividade e área. A aplicação dos conceitos enxutos recuperou os níveis de serviço do armazém estudado, que saltou de 49,4% para 93,8% no confeccionamento, e de 76,6% para 98,8% no *picking*. Ao mesmo tempo houve uma racionalização dos recursos envolvidos, tendo sido obtido ganhos de produtividade de 14% e 18% nas mesmas áreas, respectivamente. O mais importante, no entanto, foi a criação de uma mentalidade enxuta nas operações, onde todos os paradigmas foram deixados de lado, dando início a um círculo virtuoso de melhoria contínua que tem por finalidade a eliminação dos desperdícios.

Nota-se os benefícios que os conceitos de produção enxuta do Sistema Toyota de Produção trazem, não só para a manufatura, mas para o setor de serviços em geral. Fica claro que, onde exista uma seqüência de processos que possam ser organizados em um fluxo estável e contínuo, sem desperdícios nem estoques em processo, o *Lean* pode ser perfeitamente aplicado.

## 5.2 Sugestões para trabalhos futuros

Não foi objetivo deste trabalho apresentar uma espécie de “manual prático” de *Lean* em Centros de Distribuição, mas sim propor um conjunto de soluções que visam a o uso dos conceitos enxutos na forma de soluções simples, porém de elevado impacto nos quesitos qualidade e produtividade. Neste sentido, sugere-se a realização de novos trabalhos acadêmicos que abordem o impacto gerado na utilização de novas tecnologias na operação de armazéns, como por exemplo: sistemas WMS (*Warehouse Management System*, ou Sistema de Gestão de Armazéns), ferramentas como *voice picking* (instruções de separação feitas por voz, eliminando documentos), sistemas *pick-to-light* (indicação de localização de *picking* por

luzes), armazéns automatizados (uso de *transelevadores*, mecanismos que movimentam automaticamente o material de/para a locação no armazém) e muitos outros.

Outra sugestão é a aplicação dos conceitos *Lean* nas atividades de transporte de distribuição, que envolvem os processos de emissão de documentos, roteirização, redução dos custos de transporte (combustível, manutenção, etc.) e redução dos desperdícios dos processos correlatos (organização de docas, movimentos e esperas dos motoristas, etc.).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLOU, RONALD H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. Tradução Hugo T. Y. Yoshizaki. São Paulo: Atlas, 1993.

BERTAGLIA, PAULO R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 2ª ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2009.

DIAS, MARCO AURÉLIO P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 4ª ed. – 20ª reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 2ª ed., São Paulo: Atlas, 1999.

LIKER, JEFFREY K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Tradução Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIKER, JEFFREY K. **O modelo Toyota: manual de aplicação**. Tradução Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2007.

MOURA, REINALDO A. **Kanban – A simplicidade do controle da produção**. 6ª ed. São Paulo: IMAM, 1989.

MOURA, REINALDO A. **Manual de logística: armazenagem e distribuição física, volume 2**. 3ª ed. São Paulo: IMAM, 1997.

MOURA, REINALDO A. **Manual de logística: equipamentos de movimentação e armazenagem, volume 4**. 5ª ed. São Paulo: IMAM, 2000.

PACHECO JÚNIOR, WALDEMAR et al. **Pesquisa científica sem tropeços: abordagem sistêmica**. São Paulo: Atlas, 2007.



SHINGO, SHIGEO. **O sistema Toyota de produção**. Porto Alegre, Bookman, 2006.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. A. **A máquina que mudou o mundo**. São Paulo: Campus, 1992.

## **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

ARAUJO, C. A. C. **Desenvolvimento e Aplicação de um Método para Implementação de Sistemas de Produção Enxuta utilizando os Processos de Raciocínio da Teoria das Restrições e o Mapeamento do Fluxo de Valor**. São Carlos, 2004. 176p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ARRUDA, I. M.; LUNA, V. M. S. **Lean Service: a abordagem do Lean System aplicada no setor de serviços**. In: XXVI ENEGEP, 2006. Fortaleza, 2006.

FERREIRA, F. P. **Análise da implantação de sistema de manufatura enxuta em uma empresa de Autopeças**. 2004. 178f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração – ECA, Universidade de Taubaté, Taubaté.

FERRO, J. R. **Novas fronteiras de aplicação do sistema Lean em serviços**. Lean Institute, 2006. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>> Acesso em: 25 Fev. 2009.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2003.

GIANINNI, R. **Aplicação de ferramentas do pensamento enxuto na redução de perdas em operações de serviços**. São Paulo, 2007. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

NAZARENO, R. R. (2003). **Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta**. São Carlos, 2003. 167p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

NISHIDA, L. **Logística Lean: conceitos básicos**. Lean Institute, 2006. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>> Acesso em: 25 Fev. 2009.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997

ROTHER, M; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar – Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

SENFF, D. S. et al. **Produção enxuta em serviços: potenciais aplicações no Hospital de Clínicas de Porto Alegre**. Florianópolis: UFSC, 2006.

TAKEUSHI, N. **Logística Lean para eliminação do warehouse**. Lean Institute, 2006. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>> Acesso em: 03 Mar. 2009.

WOMACK, JAMES P.; JONES, DANIEL T. **A Mentalidade enxuta nas empresas**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, JAMES P.; JONES, DANIEL T. **Soluções enxutas: como empresas e clientes podem juntos criar valor e riqueza**. Tradução Nivaldo Montingelli Jr. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.